This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

L Soc 1716.10

Harvard College Library

FROM THE
ICHABOD TUCKER
FUND

ESTABLISHED IN 1875 BY THE BEQUEST OF ICHABOD TUCKER, CLASS OF 1791, AND THE GIFT OF MRS. NANCY DAVIS COLE, OF SALEM

MONATSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN. —

Aus dem Jahre 1881.

Mit 24 Tafeln.

BERLIN 1882.

VERLAG DER KŒNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

~~48555~~
LSoc 1716.10
HARVARD COLLEGE LIBRARY

MONATSBERICHT

JUN 16 1881

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTE

ZU BERLIN.

Januar 1881.

Mit 2 Tafeln.

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTE

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLU
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Januar 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

---

6. Januar. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Droysen las:

Project zu einer preussischen Flotte 1751.

In den Jahren 1747 bis 1752 ist zwischen Preussen und Frankreich über einen Handelstractat unterhandelt worden; in den darüber erwachsenen Acten, die das Geh. Staatsarchiv bewahrt, findet sich eine Denkschrift von dem jener Zeit gefeiertsten Seemann Frankreichs, der sich Friedrich dem Grossen zur Gründung einer Kriegs- und Handelsflotte anbietet. Den Antrag und die Ablehnung des Antrages zu erläutern ist der Zweck der folgenden Bemerkungen.

Schon zwei Menschenalter früher hat in der militärischen Geschichte Preussens die Marine eine Rolle gespielt. Es war nicht bloss persönliche Liebhaberei oder zur Ostentation, wenn der Grosse Kurfürst zur Seite seines miles perpetuus eine classis perpetua haben wollte. Dass die Krone Schweden seit den Siegen Gustav Adolphs und seiner Feldherrn wie Esthland und Liefland, so die grössere Hälfte Pommerns mit den Odermündungen, Rügen, Wismar, und mit den Fürstenthümern Bremen und Werden die Mündungen der Elbe und Weser besass und mit ihren Licenten in diesen Häfen den deutschen Seehandel aussog und geknechtet hielt, dass sie das dominium maris Baltici, das Jahrhunderte lang bei

den Hansestädten gewesen war, hatte und herrisch genug übte, dass sie wie der Krone Polen so dem Kurfürsten das Recht Kriegsschiffe zu halten, das jus admiralitatis bestritt, dass sie den Krieg von 1655 unternahm um auch Danzig und Pillau in ihre Gewalt zu bringen, das gab dem Grossen Kurfürsten seine politische Aufgabe. Gegen diese Uebermacht zu ringen, von dieser Fremdherrschaft Norddeutschland zu befreien, war der leitende Gedanke in seinen militärischen und politischen Vornahmen.

Nach den Erfolgen des ersten nordischen Krieges und dem Frieden von Oliva begann er das jus admiralitatis factisch zu üben, in einem Verzeichniss preussischer Schiffe, die 1664 in See sind, werden zwei kurfürstliche naves bellicae genannt, das Wappen von Cleve das Wappen der Grafschaft Mark. Der erneute Krieg gegen Schweden, dessen Anfang der Schwedeneinfall in die Kurmark und die Schlacht von Fehrbellin war, gab ihm den Anlass zu grösseren Seerüstungen, die mit Hülfe holländischer Armateurs bewerkstelligt wurden; und die Belagerung Stettins, mehr noch die Landung auf Rügen, die Angesichts einer starken schwedischen Strandbesatzung und unter dem Feuer ihrer Batterien mit 10 brandenburgischen Orlogschiffen und einigen hundert Yachten und Böten unter ihrer Deckung ausgeführt wurde, rechtfertigte des Kurfürsten Interesse für seine junge Marine. Dass er sie dann nach dem Frieden von St. Germain dazu verwandte, sich mit Wegnahme einiger Kriegsschiffe der Krone Spanien, die ihm längst fällige Zahlungen zu leisten weigerte, bezahlt zu machen, erregte bei den Seemächten Missstimmung und Unruhe genug, noch grössere, dass er seine Marine zur Gründung von Factoreien an der Küste von Guinea, zu transoceanischem Handel zu benutzen begann, eine africanische, eine ostindische Compagnie gründete; aber ernstere Weiterungen hinderte der schon drohende neue Conflict zwischen den maassgebenden Mächten, Frankreich und das stuartsche England auf der einen, Österreich und Wilhelm von Oranien auf der anderen Seite. Der Grosse Kurfürst starb, bevor die Landung des Oraniers in England das Signal zu dem neuen europäischen Kriege gab, der sich dann nach kurzer Pause in dem um die spanische Erbschaft und dem nordischen Karls XII mit Russland, Dänemark, Polen fortsetzte.

In den Stürmen dieses Doppelkrieges, unter der unsicheren und bald ermattenden Regierung, die der des Grossen Kurfürsten

folgte, sind dessen Gründungen für den Grosshandel und die Marine verkommen.

Unter sehr anderen Verhältnissen, von Aussen her, mehrfach seit dem Jahr 1747 ist dann bei Friedrich II. der Gedanke, eine preussische Marine zu schaffen, in Anregung gebracht worden, ohne dessen Zustimmung zu finden.

Er war wie der Grosse Kurfürst auf das Lebhafteste bemüht, der unter seiner Fürsorge sich mehrenden industriellen und agrarischen Thätigkeit seiner Lande entsprechend deren Handel und Schifffahrt zu steigern; und um wie viel günstiger lagen die Verhältnisse für ihn! Der Kurfürst hatte, was er den Schweden nach Fehrbellin in vier siegreichen Feldzügen entrissen, Stettin, Stralsund, Rügen, die Odermündungen, von seinen Bundesgenossen Preis gegeben, wieder abtreten müssen; ihm blieben nur die Häfen von Memel und Pillau und an der pommerschen Küste der kleine Kolberger Hafen; und wenn er seine Marine und seine Handelscompagnie nach Emden verlegt hatte, so machte sich ihm bald fühlbar, dass er da nicht Herr sei. Als Friedrich II. die Regierung übernahm, war bereits Stettin und Pommern bis zur Peene, so wie zwei Odermündungen und die Peenemünder Schanze, welche die dritte beherrschte, preussisch. Ihm selbst fiel 1744 Ostfriesland mit Emden zu, und mit der Erwerbung Schlesiens war die Oder ein preussischer Strom.

Es galt demselben für den preussischen Handel die Bedeutung zu geben, für welche die Lage Stettins, die althergebrachte Messe in Frankfurt, die 1741 neuerrichtete in Breslau Stützpunkte boten.

Die Mündung der Swine wurde zu einem Hafen ausgebaut; es wurde der Oderlauf zwischen Frankfurt und Stettin regulirt; „täglich", sagt ein fremder Gesandschaftsbericht von Februar 1747, „arbeiten bei Güstebiese 1000 Menschen, eben so viele bei Wriezen, wo ein Canal geschlagen wird, der den Schiffen von Stettin nach Frankfurt 10 Meilen erspart". Drei andere Canäle wurden für den Verkehr von der Oder zur Elbe gebaut, der der Miezel, das Holz der Neumark nach Magdeburg und Halle zu führen, der Plauensche und der Finowcanal, den Weg für den Salzhandel nach Pommern, Schlesien und Preussen um 8 Tage zu verkürzen. Mehr noch bedeutete diese Verkürzung für den bald sich mehrenden sonstigen Verkehr zwischen Magdeburg und Stettin; der Zoll für die Einfuhr französischer Weine, Specereien, Färbestoffe u. s. w.

in Stettin wurde so gesetzt, dass man sie in Magdeburg auf diesem Wege billiger als auf dem bisherigen über Hamburg bezog; auch die Einfuhren aus dem Norden, die bisher über Lübeck nach der Elbe gegangen waren, wählten jetzt den näheren Weg über Stettin und weiter nach Magdeburg, von wo sie sich, so sagt Friedrichs II. Testament von 1752, über das ganze Reich verbreiteten.

In Stettin kam eine regsame Kaufmannschaft den Wünschen des Königs entgegen. Es bildete sich dort eine Schiffsgesellschaft mit dem Zweck 120 grosse Kauffahrer zu bauen; die zwei ersten waren im December 1747 fertig. Deputirte der Schiffsgesellschaft hatten beim König Audienz, ihre weiteren Anträge zu stellen, namentlich wie man den Handel, der jetzt nach Riga und Hamburg gehe, wieder nach Stettin ziehen könne, und wie man die Ausfuhren, Leinwand aus Schlesien, Tuche und Zeuge aus Berlin u. s. w. feiner machen müsse, um für sie den Markt zu gewinnen. Auch in Emden regte sich die Kaufmannschaft; sie brachte, sagt der König in seinem Testament von 1752, nach dem Dresdener Frieden ein Project zur Gründung einer „Emder orientalischen Compagnie“ ein, und der König ergriff mit lebhaftem Interesse diesen Plan, der, so sagt er, Gelegenheit gebe, einen Theil des indischen Handels in sein Land zu ziehen, die indischen Waaren nicht mehr wie bisher aus zweiter Hand zu kaufen, Gelegenheit auch, indem man den Emder Handel an den von Stettin knüpfe, die Unternehmungen der preussischen Kaufmannschaft umfassender zu machen und für Stettin einen Theil des Hamburger Handels nach Polen, Böhmen und Mähren zu gewinnen. Schon begann die Ermässigung der Hafenzölle in Pillau die schwedischen und russischen Einfuhren, die sonst über Danzig gegangen waren, nach Königsberg zu ziehen.

Noch waren die grossen Handelsmächte Westeuropas im Kriege, den erst der Aachener Friede 1748 endete. Natürlich dass Friedrich II. so günstige Conjuncturen sich nicht entgehen liess, dass er das Recht der neutralen Flagge dazu benutzte, die preussische Rhederei zur Überführung von Getreide, Holz, anderen erlaubten Gütern nach Frankreich und Spanien zu ermuntern, wie er denn für ein ihm bekanntes Haus, Splitgerber & Daun in Berlin, Pässe in Paris erbat und erhielt, um Schiffe mit Waaren und Lebensmitteln nach den französischen Colonien in Amerika zu senden, zu denen aus dem Mutterlande selten mehr ein Schiff gelangte. Eben-

so begreiflich dass er das alte hansische Recht einiger pommerscher Städte auf Freiheit vom Sundzoll, auf das wenigstens Stettin und Colberg nie verzichtet hatten, nicht aus dem Auge liess.

Seit zwischen Frankreich und England 1744 der Krieg offen erklärt war, hatte die neutrale Flagge schwer genug von den englischen Kapern zu leiden, die das arge brittische Seerecht und die noch ärgere Justiz in den Prisengerichten deckte, doppelt schwer in diesem Kriege, für dessen Dauer den Armateurs die sonst an den Staat zu zahlende Tantième erlassen, die Prämie ihrer privilegirten Räuberei also um so grösser war. Und wenn Friedrich II. auf Grund der Declaration über das, was Kriegscontrebande sei, die er gleich nach jener Kriegserklärung von dem englischen Ministerium gefordert und erhalten und nach der er seine Kaufleute und Rheder instruirt hatte, von den englischen Ministern Abstellung jener Schädigungen und Entschädigung für die Geschädigten wiederholt forderte, so wurde ihm geantwortet: das sei englisches Recht und die Regierung könne in den Gang der Justiz nicht eingreifen.

Die Republik Holland hatte die Jahre vorher, wie sie nicht müde wurde in Paris erklären zu lassen, nur in Pflicht ihrer Verträge mit England und Österreich, nur als Auxiliarmacht an dem Kriege gegen Frankreich Theil genommen, und ihren Handel mit Frankreich als neutrale Macht fortgesetzt; und wenn dann auf ihre Kauffahrer von den englischen Kapern mit besonderem Eifer gefahndet wurde — gleich im Jahre 1744 sind 160 holländische Schiffe im Werth von 5—6 Mill. Gl. aufgebracht worden — so nahm die Republik es hin, da der Gewinn ihrer Eingesessenen immer noch gross genug blieb. Auch Frankreich liess sich diese officielle Neutralität Hollands gefallen, ja erliess den holländischen Schiffen das Hafengeld, gestattete ihnen die Fahrten von einem zum anderen französischen Hafen und nach den französischen Colonien, damit nicht die Ausfuhr französischer Weine und Seidenzeuge, die Zufuhr von Salz, Holz, Getreide ganz ins Stocken gerathe. Nach einer Amsterdammer Liste vom November 1747 hatte der holländische Verkehr mit Frankreich jetzt einen Werth von fast 37 Mill. Gl. jährlich, die höchste Ziffer, die er seit 1654 erreicht hatte. Als aber die französische Armee auch in Staatsflandern einrückte, schon Zeeland, schon Breda bedrohte, erliess auch die Republik eine Art Kriegserklärung an Frankreich und Befehle an

ihre Admiralitäten, auf alle französische Schiffe und Güter Jagd zu machen (7. November 1747).

Wiederholt hatte Frankreich so gut wie England seit dem Dresdener Frieden Versuche gemacht, Friedrich II. wieder in den Krieg zu ziehen, immer dringendere, je weniger sie sich in der Lage sahen ohne die Hülfe seiner Armee den Gegner zum Frieden zu zwingen; jetzt im Herbst 1747 warben sie von Neuem und mit besonderem Eifer um ihn, — England mit der Aussicht lockend, dass den geschädigten preussischen Kaufleuten und Rhedern volle Genugthuung gewährt werden solle, Frankreich mit dem Erbieten, den preussischen Kauffahrern, namentlich denen von Emden, die Begünstigung zuzuwenden, welche bisher der holländischen Flagge gewährt worden sei.

Auf Grund dieses Erbietens vom 4. October 1747, liess Friedrich II. in Emden bei den Kaufmannschaften der anderen preussischen Hafenstädte und durch seine Kammern eine Reihe von Erhebungen machen, die für den damaligen preussischen Seehandel sehr lehrreich sind. Einige Wochen später, den 22. December 1747, sandte der preussische Gesandte in Paris ein Memoire ein, das ihm von einem, wie er sagt, wohlbekannten und erfahrenen Seemann übergeben worden sei. Dieser, la Touche, ein reicher, in beiden Indien kundiger Edelmann, erbot sich, unter preussischer Flagge einen neutralen Handel von Emden aus einzurichten, und bis in Emden und anderen preussischen Häfen die nöthigen Schiffe gebaut wären, zunächst seine drei eigenen und noch drei andere französische Schiffe unter preussischen Pässen nach Emden zu führen.

Friedrich II. konnte weder französische Schiffe durch seine Pässe für preussische erklären wollen, noch seinen Kaufleuten empfehlen sich für einen immerhin vortheilhaften Handel, der nur für die Kriegszeit ihnen angeboten wurde, umfassende und kostspielige Zurüstungen zu machen. Und die Frage des französischen Hofes, 12. December 1747, wie Friedrich II. den von seiner neutralen Flagge gedeckten Schiffen und Gütern reellen und wirksamen Schutz zu geben gedenke, zeigte, dass es darauf abgesehen war ihn auf den Weg von Feindseligkeiten, etwa einer Demonstration gegen Hannover zu locken. Sein Gegenantrag war auf einen dauernden Handelstractat gerichtet. Der Aachener Friede wurde geschlossen, ehe es zu einem Ergebniss kam.

Mit diesem Frieden hörten die Spannungen zwischen Frankreich und England nicht auf. Im März 1750 sah sich Frankreich veranlasst, die Frage des Commerztractates wieder aufzunehmen, „um die Verbindung mit Preussen desto fester zu knüpfen". Und Friedrich II. war nun sehr bereit darauf einzugehen, da, wie er in seiner Antwort sagt, in Schlesien, wo bisher fast nur Ungarwein gebraucht worden sei, sich für die französischen Weine ein neuer und sehr ergiebiger Markt eröffne, Schlesien dafür die französischen Colonien mit Leinwand versorgen könne. Der neue französische Gesandte in Berlin, Tyrconnel, überreichte am 13. August 1750 ein Mémoire, das die wesentlichen Erbietungen Frankreichs angab; und Friedrich II. sandte Ammon, seinen Gesandten im Haag, nach Paris, die Unterhandlungen zu beginnen.

Schon hatte Chevalier la Touche um die Erlaubniss gebeten und sie erhalten, sich persönlich dem Könige vorzustellen und ihm seinen Plan zur Förderung des Handels von Emden, Königsberg und besonders Stettin vorzulegen. Im Sommer 1750 war er in Berlin und das Ergebniss seiner Bemühungen war der Octroi vom 4. October 1750 „zur Gründung der asiatischen Compagnie in Emden" für den Handel nach China mit jährlich 2 Schiffen, zum Handel in der Ostsee, nach Spanien und dem Mittelmeer mit vorläufig 4 Schiffen, zum Hering-, Cabeljau- und Wallfischfang u. s. w. Im Mai 1751 war die Gesellschaft mit einem Capital von 1 Mill. Thlr. constituirt, und im Februar 1752 ging ihr erstes Schiff „der König von Preussen" in See, nach Canton zu fahren; im Herbst folgte ein zweites „die Burg von Emden". Beide kamen nach einem Jahre glücklich und mit reicher Ladung zurück, die Geschäfte der Compagnie hatten die nächstfolgenden Jahre gedeihlichen Fortgang.

Wenn Ammon (4. Februar 1751) für die Sicherstellung der Schiffe der Compagnie empfohlen hatte, in London und im Haag von deren Gründung Anzeige zu machen und den Antrag zu stellen, dass man sie als Schiffe einer befreundeten Macht behandeln möge, so wies das Friedrich II. als „absolut wider seine gloire und seine *dignité*" zurück, „solche puissancen würden, wenn man ihnen solche *Mémoires* überreiche, nichts thun und nur die Consequenz ziehen und sich ein Recht arrogiren, dass seine Provinzen ohne ihr Consentement keinen ostindischen oder dergleichen Handel entrepreniren dürften". Und die Unterhandlungen in Paris stockten bei der

Frage, wie Preussen seine neutrale Flagge zu schützen gedenke, wenn sich der Krieg zwischen Frankreich und England erneue.

Weder im Haag noch in London sah man die neue Compagnie mit günstigen Augen an. Freilich die Herren-Staaten waren nicht in der Lage Rücksichtslosigkeiten wagen zu dürfen. Aber das englische Ministerium publicirte einen Auszug aus den Parlamentsacten, welche englischen Unterthanen den Dienst auf fremden Schiffen, die Betheiligung an fremden Compagnien und Actienunternehmungen u. s. w. bei schweren Geldstrafen untersagten. Und jenes erste Schiff der Emder Compagnie musste, wie es in die Dünen kam, bei dem dort stationirten Wachtschiff beilegen, sich durchsuchen lassen, ein Paar Matrosen, die Engländer waren, ausliefern.

Friedrich II. war bereits mit Georg II. in sehr harten Differenzen wegen der nordischen, wegen der Reichsangelegenheiten, wegen Ostfriesland, Mecklenburg, und immer noch nicht hatten seine im letzten Kriege durch englische Kaper geschädigten Unterthanen Genugthuung erhalten, ja gegen einige der gekaperten Schiffe waren jetzt — vier Jahre nach beendetem Kriege — die Processe noch nicht beendet. Am 27. November 1751 liess er dem englischen Ministerium erklären: er werde die noch rückständigen Reste der schlesischen Schuld — 270,000 Thlr. — zurückbehalten, um sie zur Entschädigung seiner so unverantwortlich behandelten Unterthanen zu verwenden. Diese und die weiteren politischen Differenzen steigerten sich so, dass es zum Bruch zu kommen drohte, und in Hannover begann man sich recht unbehaglich zu fühlen, den Schatz nach der Festung Stade zu flüchten.

Im Juli 1751, als sich bereits die asiatische Compagnie constituirt hatte, sandte Ammon das Mémoire ein, das Eingangs erwähnt worden ist. Es entwickelt die Nothwendigkeit, die Kauffarthei und den Grosshandel, die der König zu schaffen beabsichtige, durch eine Flotte zu decken; man könne es, indem man beide Zwecke mit einander verbinde, indem man die Schiffe des Grosshandels so einrichte, dass sie auch als Kriegsschiffe verwendet werden könnten. Er nimmt an, dass die von dem Könige jüngst privilegirte Compagnie einen Fond von 4 Mill. L. habe; man muss diese auf 5—6 Mill. vermehren, wozu sich leicht die Mittel finden werden; der König muss ebensoviel hinzufügen; aus diesem Fond

von 10—12 Mill. wird man jährlich 4—5 Schiffe kriegsmässiger Art bauen können, in 3 Jahren also 12—15 haben; ihre jährlichen Fahrten schaffen einen Stamm seekundiger Leute; dazu verlegt der König ein Corps von 2000 Mann Inf. nach Emden und die anliegenden Städte, die man für den Dienst als Schiffssoldaten ausbilden wird. Aus dem jährlichen Gewinn für des Königs Antheil und dem, was derselbe noch hinzufügen wird, können entweder neue Schiffe gebaut oder Kriegsmaterialien angeschafft, ein Arsenal begründet, Docks errichtet werden u. s. w. Für Kriegszeit werden die Schiffe nach ihrer Grösse mit 36—70 Kanonen, mit 2—300 Mann Schiffssoldaten ausgerüstet und als Escadre ausgesandt, um unter geeigneter Führung den Feind überall, wo es wirksam scheint, anzugreifen oder auf schwachen Punkten seiner Küste zu landen u. s. w.

Der Verfasser dieses Projectes war Mahé de la Bourdonnaie, der durch seine klugen und energischen Organisationen als Gouverneur von Ile de France und Bourbon diese höchst verkommenen Colonien zu hoher Blüthe gebracht, der nach anderen bedeutenden Unternehmungen zur See 1746, als die Festung Pondichéry und der Generalgouverneur, der stolze Dupleix, in ihr von der englischen Flotte bedroht war, in mehreren Seegefechten die Feinde zurückgeworfen, dann Madras erobert und damit der englisch-ostindischen Compagnie den schwersten Schlag versetzt hatte. Die Capitulation, in der er den englischen Befehlshabern in Madras die Rückgabe der Stadt gegen ein bedeutendes Lösegeld zugesagt, — denn die Compagnie in Paris hatte jede Eroberung verboten — und die Denunciationen des eifersüchtigen Generalgouverneurs bei den Ministern und den Directoren der Compagnie veranlassten la Bourdonnaie's Zurückberufung und drei Tage nach seiner Ankunft in Paris im März 1748 seine Abführung in die Bastille; erst im Mai 1750 wurde er entlassen, um seinen Process zu führen, der dann von dem Pariser Parlament unter lebhaftester Theilnahme des Publicums zu seinen Gunsten entschieden wurde. Seine Missstimmung gegen den Hof, schreibt Ammon 8. Jul. „und sein Enthusiasmus für E. M. haben ihn wünschen lassen in E. M. Dienst zu treten, er beansprucht kein Gehalt, sondern nur den Titel eines preussischen Viceadmirals; er erbietet sich die nöthigen Beamteten zu schaffen; er ist reich, er steht hier beim Publicum in der grössten

Achtung.“ Marquis d'Argenson, der bei Weitem nicht so günstig über seinen Charakter urtheilt, sagt: „er würde vor allen Anderen zum Marineminister Frankreichs geeignet sein.“

Friedrich II. antwortete, 20. Jul. 1751, auf Ammons Einsendung: so grosse Projecte seien seinem Interesse nicht entsprechend, er habe die Mittel nicht dazu, solche Dinge würden ihn zu weit führen; auch scheine die Persönlichkeit des Mannes nicht vertrauenerweckend, man habe ihm Einzelheiten mitgetheilt, nach denen er nicht so ohne Schuld sei, wie das Publicum in Paris glaube. Er wünscht, dass sich Ammon nicht weiter mit der Sache und mit dem, der sie angeregt, einlasse.

Verdross es etwa den König, dass sich ein Fremder in seine militärischen Verhältnisse einmischen wollte? oder lag seinen militärischen Anschauungen die Bedeutung der Seemacht und des Seekrieges so fern, dass er die werdende Kauffarthei seiner Unterthanen lieber schutzlos liess als dass er einige Bataillone seines Heeres zum Seedienst hergegeben hätte? Musste nicht das Beispiel des Grossen Kurfürsten, den er bewundert, ihn lehren anders zu urtheilen? oder ist es seine Kritik über dessen maritime Versuche, dass er in der Darstellung des Krieges von 1675—79 nur im Vorübergehen einmal von dessen „Kapern“ spricht, ihrer Mitwirkung bei der Landung auf Rügen nicht erwähnt?

Antwort auf diese Fragen giebt das Testament vom Frühling 1752, in dem Friedrich II. seinem Nachfolger über alle inneren und äusseren Angelegenheiten des Staates die eingehendste Auskunft giebt.

Nachdem er des Ausführlichsten von der Armee gesprochen, dargelegt hat, was für sie und ihre Vermehrung noch weiter zu thun ist, damit sie nach allen Seiten die Stirn bieten und den Feinden Preussens gegenüber ihre Überlegenheit behaupten kann, fährt er fort: „ich habe mit allen meinen Kräften dafür gearbeitet; ich glaube, dass meine Zeit vorüber ist, und ich hinterlasse diese Projecte meinen Nachfolgern, damit sie nicht glauben, dass schon Alles in diesem Staat gethan ist. Man wird mir einwenden, dass ich immer nur von der Landmacht spreche, von der Seemacht schweige“. Und nun folgt die merkwürdige Erörterung, die vielleicht nicht ohne Hinblick auf la Bourdonnaie's Antrag geschrieben ist.

„Bis jetzt sind die Hülfsquellen des Staates kaum ausreichend, die Armee zu bezahlen und so viel im Schatz niederzulegen wie nöthig ist sie vor dem Feinde manövriren zu lassen; es würde jetzt ein grosser politischer Fehler sein wenn man daran denken wollte unsere militärische Kraft zu zerrütten. Die Östreicher sind unsere wahren Feinde, und sie haben nur Landtruppen, an sie müssen wir in allen unseren militärischen Anordnungen denken. Russland hat in der That eine Flotte und eine grosse Zahl von Galeren; aber unsere Küsten sind zu Landungen für sie nicht geeignet, und so kann uns ihre Flotte nichts Weiteres anthun als dass sie in dem neutralen Hafen von Danzig landet und dort Truppen ausschifft, um die Verbindung zwischen denen in Pommern und in Preussen zu hindern."

„Wären wir Herren von Polnisch-Preussen und besonders von Danzig, so würde die Sache sehr anders stehn; ich würde rathen dann ein dreissig Galeren und einige Fähren mit Batterien zu halten, wie die Schweden, die mit ihnen zwischen ihren Inseln gleichsam ein Bollwerk bilden, um die Galeren auf der Rhede zu vertheidigen. Man könnte ausserdem 8—10 Fregatten halten, diese Galeren dahin, wo man sie braucht, zu escortiren. Ich würde nicht rathen Linienschiffe zu bauen, weil man sie in der Ostsee wenig brauchen kann und sie unermessliche Kosten machen; und wozu könnte man sie verwenden? etwa zum Kriege gegen Russland? was kann man in diesen öden und barbarischen Gebieten der Zarin gewinnen? sie für uns erobern, wäre Thorheit; sie für andere erobern, wäre ziemlich unnütz, und wenn es geschehen sollte, so müssten die, welche dieser Eroberungen sich erfreuen wollten, ihre Schiffe und ihre Flotte dazu leihen"...

Man sieht, Friedrich II. verfährt nach demselben Grundgedanken, wie sein grosser Vorfahr: er formt und concentrirt seine militärische Macht darauf, den Gegner zu bestehen, gegen den er immer wieder um die Existenz seines Staates zu kämpfen haben wird. Und wenn 1759, als die schwedische Flotte in die Odermündungen eindrang, die wenigen Schiffe, die auf des Königs Veranlassung wackere Männer in Stettin armirt hatten, der Übermacht tapfer kämpfend erlagen, so trifft nicht ihn der Vorwurf „die Rüstung zur See völlig verabsäumt zu haben": der desto schwerere Vorwurf trifft England, das seine stolze Flagge auf allen Meeren wehen und un-

ermesslichen Gewinn machen liess, und nur für die Ostsee **nicht** ein Paar Fregatten übrig hatte, dem von allen Seiten schwer **bedrängten** und mit äusserster Anstrengung kämpfenden **Bundesgenossen** wenigstens den Rücken frei zu halten.

Hr. Waitz legte den neusten Band der Monumenta Germaniae historica vor.

---

10. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. **Mommsen** trug die Ergebnisse vor, welche bei der Bearbeitung der afrikanischen Inschriften sich ihm über die Geschichte der Legio III Augusta ergeben hatten.

Hr. **Mommsen** legte ferner eine Mittheilung des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Zachariae v. Lingenthal vor:

Über eine lateinische Übersetzung von Buch 53 der Basiliken.

Als ich im April vorigen Jahres die bibliotheca Riccardiana in Florenz besuchte, wurde ich bei Durchblätterung des Handschriftenkatalogs auf den Codex miscellaneus 2118 aufmerksam. Ich fand in demselben einen merkwürdigen italienisch geschriebenen Brief, datirt vom Jahre 1604 und unterzeichnet von Francesco Venturi, einem auch als Schriftsteller bekannten florentinischen Gelehrten. An wen der Brief gerichtet ist, ist nicht ersichtlich, da die Adresse fehlt. In derselben Handschrift sind Briefe eingeheftet, welche nach Pisa adressirt sind: dass auch Venturi's Brief dorthin gerichtet gewesen sei, ist indessen wenig wahrscheinlich. Alle meine Bemühungen Venturi's Correspondenten zu ermitteln sind vergeblich gewesen.

Aus dem Venturischen Briefe und dessen Beilagen, von denen gleich mehr die Rede sein wird, ergiebt sich, dass ihm sein Correspondent ein griechisches Manuscript mit der Bitte um eine Übersetzung und um eine Äusserung über den Inhalt geschickt hatte. Venturi entschuldigt sich nun in dem Briefe, dass er so lange auf Antwort habe warten lassen und auch jetzt noch die Anfrage nicht ganz erledige; die lateinische Übersetzung nämlich, welche er zugleich überschickt, ist unvollständig. Was aber den Inhalt betreffe, so bringe derselbe nichts Neues; er sei theils aus Digesten und Codex geschöpft, theils seien es die schon bekannten leges Rhodiae.

Die zu dem Briefe gehörenden, in der Handschrift aber vorgebundenen dreizehn Folioblätter sind bis zu fol. 7^{r} von einem Amanuensis geschrieben, dessen zahlreiche Fehler zum grössten Theile von Venturi corrigirt sind. Wo die Schrift des Amanuensis aufhört, sind anderthalb Seiten leer gelassen. Von fol. 8 an ist Alles von Venturi selbst geschrieben.

Die 13 Blätter geben nun eine lateinische Übersetzung des 53sten Buches der Basiliken, welches das Seerecht enthält. Es fehlt indessen die Übersetzung von tit. 7, welche den unbeschriebenen Theil von fol. 7 hätte füllen sollen, und der Schluss der lex Rhodia auf fol. 13. Gegen das Ende des Codex Riccard. 2118 finden sich noch einige Blätter, auf welchen nachzuweisen versucht wird, welchen Stellen der Digesten und des Codex die einzelnen Paragraphen der Übersetzung entsprechen: diese Blätter schienen mir jedoch nicht von des Venturi Hand geschrieben zu sein.

Das 53ste Buch der Basiliken ist bekanntlich nicht erhalten. Cujas hat noch eine Basilikenhandschrift in Händen gehabt, welche auch dieses Buch enthielt: diese Handschrift ist aber mit mehreren anderen der Strozzischen Bibliothek, als diese Bibliothek nach Frankreich gebracht worden war, spurlos verschwunden. Was Cujas nach dieser Handschrift aus Buch 53 der Basiliken anführt, findet sich grossentheils in der Venturi'schen Übersetzung wiedergegeben. So Obss. VIII, 15 *ἐν ὁμάδι* = tit. 1 c. 2 *in universum*; Obss. IX, 10 *ὥσπερ ὁ χειρὶ ἢ κόντῳ ζημιώσας* = tit. 2 c. 4 *quemadmodum si quis manu vel conto laedat*; Obss. XXV, 10 *εἰ δὲ τοῦ σχοίνου ξαγέντος ἢ μηδενὸς Σίννοντος ἐνέπεσεν, οὐχ ὑπόκειται ὁ δεσπότης* = tit. 2 c. 4 *si vero cannabis rumpatur et nihil ex extensis decidit, non subjacet dominus*; Obss. XI, 1 *εἰ δὲ μὴ τὸ πλοῖον ὅλον* = tit. 3 c. 1 *Si vero totam navem non.* Aus der auffallenden Lesart *Σίννοντος*, welche Venturi zu seiner sonderbaren Übersetzung verleitet zu haben scheint, darf man jedoch nicht etwa die Folgerung ziehen, dass der dem Venturi übersendete griechische Text aus derselben Handschrift entlehnt sein müsse, welche dem Cujas vorgelegen habe. Denn Cujas führt noch drei Stellen der Basiliken an, welche er aus dieser Handschrift und wohl aus Basil. lib. 53 tit. 5 gekannt hat, die aber in der Venturi'schen Übersetzung fehlen. Es sind dies

1. Tr. ad African. VII. *Τὸ ὡρισμένον τῷ ἀκολουθοῦντι δούλῳ διὰ τὸ διαπόντιον μέχρι τῆς ἑκατοστῆς οὐχ ὑπὲρ τὸ διπλοῦν κεχρεώστηται.* (l. 4 §. 1 D. 22, 2.)
2. Obss. IX, 28. *Δανείζων δύναμαι συμφωνεῖν λαβεῖν ὃ δέδωκα σὺν ἑτέρᾳ ποσότητι ὡσανεὶ τίμημα τοῦ κινδύνου, μόνον μέντοι μὴ ἐπὶ κόττῳ, ἀλλὰ ἐξ ὧν ἁρμόζει* condictitius, *τυχὸν ἵνα μὴ ἐλευθερώσῃς, ἵνα μὴ τόδε ποιήσῃς ἐὰν μὴ ὑγιανῶ καὶ τὰ λοιπὰ, ἢ ἐὰν χορηγήσω ἁλιεῖ εἰς παρασκευὴν ἵνα ἐὰν ἁλιεύσῃ παράσχῃ,*

ἢ ἀθλητῇ ἐπὶ τῷ ἑαυτὸν θρέψαι καὶ γυμνάσαι καὶ (l. ἵνα) ἐὰν νικήσῃ ἐπιδῷ. ἐπὶ τούτων γὰρ τὸ πάκτον καὶ χωρὶς ἐπερωτήσεως πλατύνει τὴν ἐνοχήν. (l. 5 pr. §. 1 D. 22, 2.)

3. Ad tit. de V. O. Ὁ δοθεὶς κερμακόλουθος τῷ δανεισαμένῳ ναυτικὸν δάνειον οὐ δύναται παρὰ τὰ σύμφωνα συναινῶν τῷ δανεισαμένῳ βλάπτειν τὸν δεσπότην, εἰ μὴ τοῦτο ἐπετράπη παρ' αὐτοῦ. (l. 122 § 1. D. 45, 1.)

Übrigens fehlen nicht nur diese Stellen in der Venturi'schen Übersetzung, sondern noch eine Reihe anderer, deren Zugehörigkeit zu Buch 53 der Basiliken meist ausdrücklich bezeugt ist. Und zwar in tit. I:

1. D. IV, 9, 3 § 3. — κεφ. ιέ Θέ. β' λέγομ τὸν πανδοχέα ὀνόματι τοῦ οἰκείου δούλου κλέψαντος ἢ ζημιώσαντος εἰς ὁλόκληρον ἐνέχεσθαι καὶ μὴ εἰς νόξαν. (Basil. LX, 15, schol. 9.)
2. D. XIV, 1, 1 §. 3. — κεφ. ιζ'. Προβάλλεται ὁ πιστικὸς ἐπὶ τὸ ναυλοῦν τὸ πλοῖον καὶ ἀγοράζειν τὰ ἐξάρτια αὐτοῦ. εἰ δὲ καὶ πρὸς τὸ ἀγοράζειν καὶ πωλεῖν φορτία προβληθῇ, ἐνέχεται καὶ ἐκ τούτου ὁ ναύκληρος. (Synops. p. 511 schol.)
3. D. eod. §. 7—10. — Ἀπὸ μόνων τῶν προσφόρων συναλλαγμάτων τῇ προστασίᾳ τοῦ πιστικοῦ ἐνέχεται ὁ ναύκληρος. εἰ δὲ δανεισάμενος εἰς ἀνανέωσιν τοῦ πλοίου ἢ δαπάνην τῶν ναυτῶν στρέψει τὰ χρήματα εἰς ἰδίας χρείας, ἐνέχεται ὁ ναύκληρος, οὐ μὴν εἰ ἐξ ἀρχῆς ἀπατηλὴν ἔσχε γνώμην καὶ οὐκ ἐξεφώνησε προφάσει τοῦ πλοίου λαμβάνειν. εἰ δὲ καὶ εἰς τὰ τιμήματα τῶν ἀγορασθέντων πραγμάτων ἀπατήσει, ζημιοῖ τὸν ναύκληρον. (Syn. N, 1, 5.)
4. D. XVII, 1, 26 §. 6. — κεφ. κέ Θέ. γ'. Ὁ ἐνταλθεὶς οὐκ ἀπαιτεῖ ἅπερ ἐληστεύθη ἢ ναυαγίῳ ἀπώλεσεν ἢ περὶ τὴν ἰδίαν ἢ τὴν τῶν ἰδίων νόσον ἐδαπάνησε. ταῦτα γὰρ κατὰ τύχην, οὐ μὴν ἐκ τῆς ἐντολῆς συνέβη. (Syn. E, 26, 7.)
5. D. XIX, 2, 13 §. 1. — Ἐὰν ναύκληρος μὴ δυνάμενος εἰσελθεῖν ἐν τῷ λιμένι μεταγάγῃ τὰ φορτία εἰς πλοῖόν σου καὶ ναυαγήσῃ τὸ σὸν, ἐνέχεται ὁ πρῶτος ναύκληρος, ἐὰν παρὰ γνώμην τῶν δεσποτῶν τὰ φορτία μετήγαγεν ἢ παρὰ καιρὸν ἢ εἰς ἀνεπιτήδειον πλοῖον. εἰ δὲ μὴ ἐποίησε ῥᾳθυμίαν, οὐκ ἐνέχεται. (Proch. XVII, 6.)

Ferner in tit. 3:

1. D. XIV, 2, 3. — Ἐὰν διὰ τὴν κοινὴν σωτηρίαν ἀποβληθῇ ὁ ἱστὸς ἢ ἕτερον ἐξάρτιον τοῦ πλοίου, χώρα τῇ συνεισφορᾷ. (Att. XXXII [Leunel. 48], 11.)
2. D. XIV, 2, 4 pr. — Ἐὰν τοῦ πλοίου μὴ δυναμένου μετὰ τοῦ

γόμου εἰσελθεῖν ἐν τῷ ποταμῷ ἢ ἐν τῷ λιμένι μετενεχθῶσίν τινα τῶν φορτίων εἰς τὴν σκάφην διὰ τὸ μὴ κινδυνεῦσαι τὸ πλοῖον, καὶ ἀπόληται ἡ σκάφη, συνεισάγουσιν τοῖς δεσπόταις τῶν ἀποβαλλομένων ὡς ἀποβολῆς γενομένης οἱ δεσπόται τῶν ἐν τῷ πλοίῳ. εἰ δὲ τὸ πλοῖον ἀπόληται, οὐ συνεισάγουσιν οἱ ἐν τῇ σκάφῃ. τοῦ γὰρ πλοίου σωζομένου ἡ συνεισφορὰ τῆς ἀποβολῆς ἁρμόζει. (Codex Epanagoges auctae Bienerianus, nunc Lipsiensis, in calce.)

3. D. eod. 5 §. 1. — *Τοῦ ἱστοῦ τμηθέντος διὰ τὴν σωτηρίαν τοῦ πλοίου καὶ τῶν φορτίων ἡ συνεισφορὰ γίνεται.* (Syn. N, 1, 14.)
4. ? — *βι. νγ΄ τι΄ γ΄ κεφ. κγ΄ Σέ. ά, οὗ ἡ ἀρχή· ἀγωγὴ ἡ ἁρμόζουσα κτλ.* (Schol. 3 ad Bas. XIII, 2.)
5. D.XLVIII, 7, 1 §. 2. 3. — *Ὁ ἁρπάζων τι ἀπὸ ναυαγίου καὶ οἱ βιαζόμενοι ναύτας ἢ ὁ λαβὼν ἀπὸ ναυαγίου καὶ κρύψας εἰς τὸ τρίτον τῆς οὐσίας δημεύεται καὶ οὔτε συγκλητικὸς ἢ ἄρχων γίνεται ἢ ἄλλην μετέρχεται τιμὴν, ἀλλὰ καὶ σφοδρῶς τιμωρεῖται.* (Syn. A, 64, 12.)

Ferner in tit. 4:

D. XLVI, 3, 31 pr. — *περὶ τοῦ ἐὰν ἐπερωτήσω σε διὰ σαυτοῦ ποιῆσαι οἶκον ἢ ναῦν, καὶ σοῦ ὑπερτιθεμένου ὁ ἐγγυητὴς ποιήσῃ.* (Tipucitus.)

Weiter in tit. 5:

1. D. XXII, 2, 4 pr. — *ἐπὶ τῶν διαποντίων τόκος ὑπὲρ τὸν νόμιμον [οὐ χρεωστεῖται καὶ] οὐ κρατεῖται τὰ ἐνέχυρα ἢ ὑποθῆκαι.* (? Bas. XXV, 1, 11 schol. 7.)
2. D. XLV, 1, 122 §. 1. — *περὶ τοῦ δανεισαμένου ἀπελθεῖν εἰς ῥητὸν πλοῦν καὶ ἄλλαχοῦ ἀπελθόντος.* (Tipucit.)
3. Cod. IV, 32, 26 §. 1. — *κεφ. ιε΄. Ὁ διαπόντια ἢ καρποὺς δανείζων τελείαν ἑκατοστὴν δύναται λαβεῖν.* (Syn. X, 2, 74.)

Endlich in tit. 6:

D. XIX, 1, 12. — *περὶ ἀγορασίας βόλου ἁλιείας.* (Tipucitus. Vgl. Proch. Auct. Parat. 22, 12.)

Zwischen dem bezeugten Basilikentexte und der Venturi'schen Übersetzung finden nicht nur die bisher aufgezählten Verschiedenheiten statt, sondern es wird auch in der Übersetzung nicht Buch 53 der Basiliken als Quelle angegeben, vielmehr ohne Nennung des Werks bald liber quartus bald lib. 3 oder tertius; und tit. quintus, sextus, septimus heisst dort, was in dem angeführten Buche der Basiliken vielmehr tit. 4. 5. 6 ist. Man könnte daher auf den Ge-

danken verfallen, dass Venturi überall nicht eine Abschrift von Buch 53 der Basiliken bei seiner Übersetzung vor Augen gehabt habe, sondern ein Bruchstück eines anderen Werkes, welches in seinem Buch 3 und 4 den Basiliken ähnlich gewesen sei. Indessen von einem solchen griechischen Werke findet sich sonst nirgends eine Spur, und man wird daher die angeführten Abweichungen auf andere Weise erklären müssen.

Was nun zunächst den Lib. quartus oder tertius betrifft, so liegt wohl lediglich ein Missverständniss des Amanuensis vor, welches Venturi zu corrigiren vergessen hat. Der Amanuensis mag in Venturi's Concept LIII. — die Zahl des Buches der Basiliken — als L. III d. i. liber tertius gelesen, und aus einem irrthümlichen LIIII (statt LIII) einen liber quartus gemacht haben. Durch ähnlich falsche Lesungen sind wohl auch die irrthümlichen Titelzahlen entstanden.

Die übrigen Abweichungen könnte man durch die Annahme zu erklären versuchen, dass Venturi in dem Concepte seiner Übersetzung Stellen des vielleicht corrumpirten Textes, die ihm nicht verständlich geworden seien, ausgelassen habe, und dass der Amanuensis das Concept abgeschrieben habe, ohne die Lücken bemerklich zu machen: es werden sich weiter unten Belege dafür finden, dass der dem Venturi vorliegende Text ein fehlerhafter und ihm nicht überall verständlich war. Indessen ist wahrscheinlicher, dass die Abweichungen einen anderen Grund haben. An dem Beispiele des Cod. Paris. gr. 1352 sehen wir, dass Basilikenhandschriften in Gebrauch gewesen sind, in welchen der Text theils abgekürzt theils interpolirt war. Solche Abkürzungen waren besonders bei demjenigen Buche der Basiliken angezeigt, welches das Seerecht enthielt. Hier war in den Basiliken das reine Iustinianeische Recht reproducirt, die Praxis aber hielt an der lex navalis der Isaurischen Kaiser fest, so dass die abweichenden Bestimmungen des Iustinianeischen Rechts keine praktische Bedeutung hatten und im Basilikentexte unbedenklich gestrichen werden konnten. (Vgl. meine Geschichte des griechisch-römischen Rechts, 2te Aufl. §. 72.) Aus einer solchen abgekürzten Handschrift mag nun der Text entlehnt gewesen sein, der dem Florentiner Gelehrten zum Übersetzen unterbreitet worden war, während die Handschrift, welche Cujas benutzt hat, und diejenigen, welche den Verfassern der Synopsis und des Tipucitus vorgelegen haben, vollständigere gewesen sind.

Ich lasse nun die lateinische Übersetzung mit allen ihren Mängeln so, wie ich sie aus der Riccardi'schen Handschrift abgeschrieben habe, folgen, indem ich nur die in der Handschrift nicht numerirten κεφάλαια und Θέματα mit fortlaufenden Zahlen bezeichne und in Anmerkungen die betreffenden Stellen der Digesten und des Codex citire, auch angebe, ob und wo die entsprechenden griechischen Texte erhalten sind.

Liber quartus tit. primus.

De exercitoribus magistris nautis et cauponibus et actione quae ipsis vel adversus ipsos competit.[1])

1. Nautica id est maritima decernuntur Rhodia lege in iis quibus alia lex non adversatur.[2])
2. Exercitor est is ad quem pertinet reditus et obventiones navis, sive dominus est sive a domino navem in universum conduxit ad tempus vel in perpetuum: nulla adhibita distinctione masculusne sit an femina, liber an servus. Pupillus autem tutoris utitur auctoritate.[3])
3. Magister est quem magister praeposuit ignorante exercitore. nam si opus[4]) sit, ipse illum praeposuisse videtur: nam quodcunque factum ipsius praestat exercitor: et propter utilitatem facilius hoc accipimus in magistro quam in exercitore.[5]) Tenetur autem quamvis jussus sit ut alium magistrum amoveat.[6])
4. Magister est cui totius navis cura mandata est.[7])
5. Nautam autem hic accipere debemus eum qui navem exercet

---

[1]) Die Titelüberschrift findet sich gleichlautend griechisch für Basil. LIII, 1 in den Titelverzeichnissen des Cod. Coisl. 151 und Paris. gr. 1357, sowie bei Tipucitus.

[2]) D. XIV, 2, 9. Der griechische Text bei Attal. XXXII, 1 (Leuncl. 48).

[3]) D. XIV, 1, 1 § 15. 16. Den griechischen Text der ersten Hälfte dieses Thema giebt ein Scholium der Synopsis (p. 510) als κεφ. δ' (α'?).

[4]) passus?

[5]) institore?

[6]) D. XIV, 1, 1 §. 5.

[7]) D. eod. §. 1. Den griechischen Text giebt die Syn. a. a. O. als κεφ. β'.

(quamvis nautae appellantur omnes qui navis navigandae causa in nave sint): per se enim tantum et per magistrum navis obligatur.[1])

6. Si exercitores vel caupones aliquid in custodiam acceperint, conveniuntur nisi restituant: in ipsis etenim est ne quem recipiant.[2])

7. Tenetur etiam pro iis qui custodiae gratia navi praeponuntur ut sunt Nauphilaces et diaetarii si quid receperint, quamvis ipse fecerit chrembolum. sed si hoc non extet, tenetur exercitor de receptis.[3])

8. De ratibus et navigiis idem dicendum.[4])

9. Qui navigium vel officinam exercent et qui praesunt, non autem qui dimidiam operam praestat, tenentur: non solum de mercibus sed de vestimentis et quicquid in navi utimur universisque quae ad usum quotidianum pertinent: et quamvis res alienae sint nostra tamen interest, nobis enim non dominis debentur, ut si merces pignoratas ob pecuniam nauticam in navem intulero.[5])

10. Tenetur autem de omnibus inlatis in navem quamvis ipsi adsignata non sint, nec solum nautarum factum praestare debet sed et vectorum, sicut et caupo peregrinorum.[6])

11. Convenitur etiam et de iis quos in mari accepit.[7])

12. Subjacet autem actioni in simplum atque etiam noxali in duplum ejus quod ablatum est.[8])

13. Sed et exercitori furti actio competit in duplum cujus res sit periculo, nisi id in incerto sit aut nisi ipse surripiat et postea ab eo surripiatur.[9])

14. Si exercitor exercitoris caupo cauponis receperit tenetur[10]); et

---

[1]) D. IV, 9, 1 §. 2.

[2]) D. eod. pr. § 1. Den griechischen Text hat die Syn. N, 1, 2 als κεφ. ς'.

[3]) D. eod. § 3. Die Syn. N, 1, 3 hat den griechischen Text als κεφ. ζ'.

[4]) D. eod. § 4.

[5]) D. eod. §. 5 — 7.

[6]) D. eod. §. 8 u. dig. 2.

[7]) D. eod. 3 pr.

[8]) D. eod. §. 1 sqq.

[9]) D. eod. 4 pr.

[10]) D. eod. §. 1.

vestimentorum et penoris quotidiani causa tenetur, quamvis de iis vectura nulla soluta sit.[1]) Nam et sutor et fullo qui pro arte mercedem accipiunt tenentur actione ex locato quae est de custodia.[2])

15. Quae dicta sunt de furto et damno intelligenda sunt.[3])
16. Omnium nautarum factum praestat exercitor sive liberi sint sive servi, siquidem in navi damnum datum est. nam si extra navem, non tenetur.[4])
17. Si praedixerit vectoribus ut unusquisque res suas servet neque damnum se praestaturum, et consenserint vectores, non convenitur.[5])
18. Si plures sint exercitores, unusquisque pro portione sua tenetur.[6])
19. Actiones autem perpetuae sunt, in heredes autem non dantur. Quare si servus exercuerit navem et mortuus sit, nec intra annum competet in dominum actio de peculio.[7])
20. Pro contractibus nautarum non convenitur exercitor. Secus in delictis. Praevidisse enim debuit dolum negligentiam ac malitiam ipsorum antequam eos adhiberet.[8])
21. Qui navi magistrum praeposuit tenetur, sicut is qui aliquem officinae vel negotiationi praefecit.[9])
22. Si praepositus est magister ut locet tantum non autem exigat neve vectores accipiat nec onera vel ea praescripsit, praefinivitque ut certis locis naviget, secus autem fecerit, non obligat exercitorem.[10])
23. Si plures sint exercitores unusquisque in totum convenietur, ne in plures scindatur qui cum uno contraxit.[11])

---

[1]) D. eod. §. 2.
[2]) D. eod. 5 pr.
[3]) D. eod. §. 1.
[4]) D. eod. 7 pr.
[5]) D. eod.
[6]) D. eod. §. 5.
[7]) D. eod. §. 6.
[8]) D. XIV, 1, 1 §. 2. Die Syn. N, 1, 4 giebt den griechischen Text als κεφ. ιδ'.
[9]) D. eod. pr. In der Syn. N, 1, 5 als κεφ. ις'.
[10]) D. eod. §. 12.
[11]) D. eod. §. 25 und dig. 2.

24. Unus ex exercitoribus contrahens cum magistro omnes afficit.[1])

25. Si servus communis voluntate dominorum exerceat, unusquisque e dominis in totum convenietur.[2])

26. Eorum qui in navigio moriuntur debetur merces nisi praedictum sit ut detur de deportatis.[3])

27. Nave naufragante reddit exercitor naula si qua in apparatum cepit tanquam non vexerit.[4])

28. Pro infante in nave nato naulum non datur.[5])

29. Si duarum amphorarum navem conduxisti solamque in ea amphoram intulisti, duarum vecturam debes, nisi de singulis illatis pretium te soluturum praedixisti.[6])

30. Si navis perierit quod caruerit gubernatore tenetur exercitor vectoribus.[7])

31. Cum plures mixtim triticum intulissent exercitor uni reddidit, et naufragium passus est. Non datur actio reliquis adversus exercitorem. duo enim sunt species locati. aliquando enim idem redditur, ut in iis quae fulloni vel sutori dantur, aliquando non id ipsum sed eadem species, ut si dedero aurum argentumve ad vas conflandum, quod fit artificis [est]: et qui solutum argentum pignori accepit, nihil aliud debet quam quantitatem. et hoc casu igitur confusum triticum exercitoris effectum est liberumque ei fuit universum in unum congerere. solum etenim culpam et dolum praestare debuit tanquam si inter duos contractum esset. Si vero discretum fuit triticum uniuscujusque, velut in cephinis seu quid simile, non transit dominium in exercitorem, sed unicuique competit repetitio et actio furtiva in duplum.[8])

32. Si dominus navis vel nautae quid temere projecerint, navigium obligatur. sed si eo invito magister vel nautae projecerint,

---

[1]) D. eod. 5 §. 2.

[2]) D. eod. 6 § 1.

[3]) D. XIV, 2, 10 pr.

[4]) D. XIX, 2, 15 §. 6. Das Proch. XVII, 8 giebt den griechischen Text.

[5]) D. eod. 19 §. 7.

[6]) D. XIV, 2, 10 §. 2.

[7]) D. XIX, 2, 13 § 2. — Der griechische Text in Proch. XVII, 7 und Attal. XXXII, 2.

[8]) D. eod. 31.

navigium quidem domino redditur, sed ipsi in quadruplum damnantur et onera in fiscum rediguntur.[1])

33. Et qui praeest navi officinae vel cauponae tenetur ex delicto operarum tamquam ex proprio quamvis nihil deliquerit.[2])
34. Exercitor non praestat facta vectorum extra navigium.[3]) nec a fluctibus summotus videtur vim pati.[4])
35. Qui cum armis aliquem e navi exturbat actione publica de vi tenetur graviterque in eum animadvertitur.[5])
36. Idem de iis qui vim inferunt.[6])
37. Qui navem nautasve impedit vel per dolum efficit ut detineantur, subjacet poenae nummorum viginti.[7])
38. Provinciam obtinenti non licet in ea navim exornare.[8])
39. Nec ecclesiastica nec alia quaelibet persona excuset navem majorem modiis duobus millibus ante exportationem specierum cum omni vectura, nullumque habeant effectum rescripta quae navem immunem facerent.[9])
40. Si a muliere repellatur exercitor, de eo quod cum ea contractum est tenebitur mulier ea actione quae adversum se competit. nam et si praepositum officinae repellat mulier, tenetur tamen actione quae adversum eam competit. hujusmodi enim contractus non aliorum interest sed sua. nam si pro alio fidejubeat mulier non tenetur. haud etenim decet mulieres alienis contractibus obligari.[10])
41. Qui exercitori infert injuriam publice tenetur et aestimatur ut excedat auri decem libras impunitatem exercitor ipse praestat.[11])
42. Qui exercitori aliquid subtrahit publice tenetur in quadruplum.[12])

---

[1]) D. XXXIX, 4, 11 § 2.
[2]) D. XLIV, 7, 5 § 6.
[3]) D. XLVII, 5, 1 § 6.
[4]) Eine entsprechende Stelle der Digesten vermag ich nicht nachzuweisen.
[5]) D. XLVIII, 6, 3 § 6.
[6]) D. XLVIII, 7, 1 § 2.
[7]) D. XLVIII, 12, 2 §. 1. 2.
[8]) D. XLIX, 15, 46 §. 2.
[9]) Cod. XI, 4, 2.
[10]) Cod. IV, 25, 4.
[11]) Cod. XI, 2, 1.
[12]) Cod. eod. 3.

43. Si publicam speciem emerit exercitor in quadruplum punitur.[1])
44. In eum qui in proprios usus vertit conchyliarem scapham datur actio in duas libras auri.[2])
45. Si quis exercitor sine filiis sive heredibus moriatur, non inferatur res ejus in fiscum, sed habeat collegium exercitorum.[3])

Titulus secundus lib. tertii.

De nave defendenda.[4])

1. Apparatum navis et scapham peculiariter[5]) defendimus.[6])
2. Sane serva est navis navigandi opportuno tempore.[7])
3. Qui navem terebrat subjacet actioni confessus in simplum, negans in duplum.[8])
4. Si navis tua in meam irruens damnum dederit, si quidem nautae avertere potuerunt, tenentur praedicta actione, quemadmodum si quis manu vel conto laedat. si vero cannabis rumpatur et nihil ex extensis decidit, non subjacet dominus.[9])
5. Si vi ventorum percutiat navis in alterius anchoras funesque amputet[10]), nautae non tenentur, si aliter se ipsos absolvere non potuerunt. idem dicendum de iis, qui in retia incidunt. Sane si contigit negligentia et socordia nautarum, locus est ante dictae actioni pro damno retis, non piscium captorum.[11])

---

[1]) Cod. eod. 5 (dgl. auch Cod. IV, 40, 2). Tipucitus: περὶ ναύτου δημόσιον πωλοῦντος εἶδος ἵνα δίδωσι τὸ τετραπλάσιον.

[2]) Cod. XI, 8, 9.

[3]) Cod. VI, 62, 1.

[4]) Vielmehr vindicanda. Griechisch lautet die Rubrik: περὶ πλοίου ἐκδικουμένου.

[5]) Am Rande wird hinzugefügt *separatim*.

[6]) D. VI, 1, 3 §. 1.

[7]) D. eod. 36 §. 1. Der griechische Text in Syn. N, 1, 8. Venturi hat gelesen: Ἀμέλει δοῦλον ἐστὶ τὸ πλ. ἐν ἐπιτηδ.

[8]) D. IX, 2, 27 § 24. Der griechische Text in Syn. N, 1, 9.

[9]) D. eod. 29 §. 2. Der griechische Text in Syn. N, 1, 10 als κεφ ε'. Im schol. ad Bas. LX, 5, 2 wird es als κεφ ς' citirt. Vgl. auch Attal. XXXII, 5.

[10]) Im Text steht ibique infringatur. Dies ist durchgestrichen und darüber steht funesque amputet.

[11]) D. cit. §. 3. Der griechische Text in Syn. N, 1, 10.

6. Si navis navim demergat, gubernator vel qui prorae praesidet vel nautae convenitur ex negligentia, nisi ingens vis ventorum incubuerit.[1])
7. Si navis alteram demergat adversum se venientem, convenitur qui prorae puppive praeest. si vero fluctus vi accidit, non tenetur dominus; si negligentia nautarum eveniat sufficit ὁ ἀϙηήλιος.[2])
8. Si rudentem solverit quis quo navis ligatur perieritque navis, in duplum condemnatur.[3])
9. Navis est quae mare flumen vel paludem navigat et schedia.[4])
10. Navicula et artemon non sunt partes navis. clavus autem malum anchorae et vela quodammodo membra navis sunt.[5])
11. Si navim emero cum armamentis scapha non venit: non enim inter armamenta navis est: ejusdem enim generis est, sed differunt magnitudine. dedecet itaque idem genus et principale esse et apparatum.[6])
12. Si ex tuis tabulis navem compegi, tibi[7]) cedit navis. nec enim ad priorem materiam redigitur.[8])
13. Si is cui onus incumbit non solvit, egoque navim auctoritate propria contra sententiam ipsius regam abenè[9]), fluviusque navem disperdat, periculum ad me attinet. si vero ipse annuit, negligentiam tantum praestabo, non violentiam.[10])

---

[1]) D. eod. § 4. Der griechische Text in Syn. cit. und bei Attal. XXXII, 6.

[2]) D. ibid. und Syn. ibid. Dass ὁ ἀϙηήλιος die actio legis Aquiliae ist, hat Venturi nicht erkannt.

[3]) D. eod. § 5. Der griechische Text in Syn. l. c. und bei Attal. XXXII, 7.

[4]) D. XIV, 1, 1 § 6. Attal. XXXII, 8 giebt den griechischen Text.

[5]) D. XXI, 2, 44.

[6]) D. XXXIII, 7, 29. Der griechische Text in Syn. N, 1, 11 als κεφ. ια'.

[7]) mihi?

[8]) D. XLI, 1, 26 pr.

[9]) regam aut teneam? Venturi scheint zweifelhaft gewesen zu sein wie er κατάσχω zu übersetzen habe.

[10]) D. XIII, 7, 30.

Titulus tertius lib. IIII.

De naufragio raptu jactu et contributione.[1])

1. Si navis levandae causa merces jaciantur, omnium contributione jactura levatur. domini enim rerum jactarum si locaverunt merces vehendas, habent adversum magistrum locati actionem, et ipse ex conducto ut merces reliquorum retineat ad praestandam damni partem. Si vero non retineat, habet actionem ex locato adversus vectores; fortasse enim merces non habuerunt. Si vero totam navem non locavit sed singula ipsius loca vectoribus, actionem conducti adversus omnes intentabit; communis enim debet[2]) damni quod propter communem salutem projectum est. Propter detrimentum navis seu jactum armamentorum non fit collatio, nisi ex communi vectorum voluntate vel metu damnum acceptum est; nec enim si instrumentum fabri frangatur, imputatur ei qui rem faciendam locavit.[3])
2. Omnia qualiacunque, quamvis navi oneri non sint, et navis ipsa et extimatio ipsorum subjacet contributioni exceptis liberis capitibus et cibariis: contribuerentur enim hiis qui in nave sunt nec habent. competit autem dominis adversus magistrum actio pro rebus jactis. locus autem est contributioni, si navis redimatur a piratis. si vero alicujus merces ablatae sint vel sua quis ab eis redemerit, non est locus contributioni.[4])
3. In contributione quae jacta sunt aestimantur quanti empta fuerunt, non quanti venire poterant. non enim lucri sed damni habetur ratio. sed ea quae contribuuntur estimantur quanti vendi possunt.[5])
4. Servorum qui tempestate perierunt vel morbo absumpti sunt non fit aestimatio.[6])

---

[1]) Die gleichlautende griechische Rubrik geben die Titelverzeichnisse des Coisl. 151, Paris. gr. 1357, und Tipucitus.

[2]) *Es fehlt wohl esse.*

[3]) *D.* XIV, 2, 1. 2 pr. § 1. Die Syn. N, 1, 12 und Attal. XXXII, 9 *haben den griechischen* Text der l. 1.

[4]) *D. eod.* 2 §. 2. 3. Den griechischen Text von l. 2 §. 2 hat die Syn. a. a. *O.*

[5]) *D. eod.* 2 §. 4. Der griechische Text als κεφ. γ' in Syn. N, 1, 13.

[6]) *D. eod.* 2 §. 5.

5. Si quis ex vectoribus solvendo non sit, id non pertinet ad exercitorem.[1])
6. Quod jactum est derelictum non est, sed domini manet.[2])
7. Si navis levandae causa jactis sarcinis meis alia navis naufragetur nonnullique per urinatores precio sua recuperarint, ipsi mihi contributionem facient, non utique ego ipsis si contingat me per urinatores aliquid recuperare.[3])
8. Si merces salvae deteriores factae sint propter jactum, fortasse enim propterea quod nudatae sint aspergine maduerunt, si quidem contributio ab ipsis fieri deberet numorum decem, et damnum sit numorum quinque, quinque tantum contribuuntur. sed si contributio sit decem, damnum autem viginti, non contribuunt, sed contribuitur ipsis decem, quae secundum convenientem contributionem relevent damnum.[4])
9. Amissa nave qui ex naufragio sua servarunt non conferunt. nam tunc confertur, cum jactus fit ut caetera salva sint salva nave.[5])
10. Si armamenta vi fluctus perierint exercitorque alia emerit atque ita navigans merces servarit, non debetur a dominis mercium contributio.[6])
11. Pereunte nave quodcunque quis ex rebus propriis servavit habeto, quemadmodum ex incendio.[7])
12. Quod levandae navis causa projectum est non est derelictum. requirit enim illud dominus et si invenerit capit. simile autem videtur illi, qui in via projicit onus ut cum aliis revertatur accipiatque.[8])

---

[1]) D. eod. 2 §. 6.

[2]) D. eod. 2 §. 8.

[3]) D. eod. 4 §. 1.

[4]) D. eod. 4 §. 2. Den griechischen Text hat die oben angeführte Bienerische Handschrift: Ἐὰ τὰ σωθέντα φορτία χείρονα γίνονται κατὰ προφασιν τῆς ἀποβολῆς, τυχὸν γὰρ ἐκγυμνωθέντα ἐβράχησαν, εἰ μὲν τῆς ἐξ αὐτῶν ὀφειλούσης γενέσθαι συνεισφορᾶς οὔσης νομισμάτων ι' ἡ ζημία γένηται ε' νομισμάτων, τὰ ε' μόνον συνεισάγουσι· εἰ δὲ τῆς συνεισφορᾶς οὔσης ι' νομισμάτων ἡ ζημία γένηται κ', οὐ συνίστανται (?), ἀλλὰ καὶ συνεισάγεται αὐτοῖς τὰ ι' τὰ μετὰ τὴν ἁρμόζουσαν συνεισφορὰν πλεονάζοντα (?) τὴν ζημίαν.

[5]) D. eod. 5 pr. Den griechischen Text Syn. N, 1, 14 als κεφ. ιβ'.

[6]) D. eod. 6. Die Syn. N, 1, 15 hat den griechischen Text.

[7]) D. eod. 7. Den griechischen Text giebt Syn. N, 1, 16 als κεφ. ιγ'.

[8]) D. eod. 8.

13. Si ut tua servares mea projecisti, non teneris. si temere projecisti, est locus actioni. Si per dolum, competit adversum te actio de dolo in duplum.[1])

14. Si alienum armamentum[2]) projecero in mare non ut lucrum sed ut damnum inferam domino, teneor actione.[3])

15. Si ex jactu alterius propter lucrum substulero teneor furti.[4])

16. Quod ex naufragio mihi periit, non statim desinit meum esse. Sane si quis abstulerit, in quadruplum damnatur.[5])

17. Quod ex naufragio subtuli meum non est, nisi prior dominus pro derelicto habeat.[6])

18. Res ex nave projectae non sunt sine domino.[7])

19. Naufragio vel jactu amissa longo tempore non usucapiuntur: nec enim sunt absque domino.[8]) Sed heredibus quidem datur actio quae competit adversus eos qui ex naufragio vel casu vel incendio substulerunt: in heredes autem ad rem tantum consequendam.

20. Qui e nave projicit ante tempus, rei a se dominium abdicat, fitque invenientis. At si ut salvum reciperet projecit, vindicat ab eo qui cepit. Ignorans enim mentem projicientis et lucrandi gratia accipiens ut fur tenetur in duplum: si vero ut servaret domino cepit, furtum non committit, quemadmodum si arbitratus est simpliciter ejectum esse.[9])

21. Qui ex naufragio vel depraedata nave rapit vel dolo subripit vel damnum infert, intra annum in quadruplum, post annum in simplum tenetur. Competit autem actio pro servo et familia. Poenalis etiam injuriarum. Locus autem est legi, si

---

[1]) D. XIX, 5, 4 pr.

[2]) Erst stand vas: dies ist durchstrichen und armamentum darüber geschrieben.

[3]) D. eod. 14 §. 2.

[4]) D. XLI, 1, 9 §. 8. Wohl κεφ. ιϑ' in Syn. N, 1, 17.

[5]) D. eod. 44.

[6]) D. eod. 58.

[7]) D. XLI, 7, 7.

[8]) D. XLI, 2, 21 §. 1. 2. Der griechische Text in Syn. N, 1, 18. als κεφ. κβ'. Der Schluss des Themas ist vielleicht ein Scholium, welches sich in den Text verirrt hat.

[9]) D. XLVII, 2, 43 §. 11.

tempore et loco naufragii furtum commissum est; teneturque etiam de sicariis.[1])

22. Si ex nave quid temere positum ceciderit et quempiam laeserit, intentatur actio adversus praefectum navis.[2])
23. Qui naufragio vel jactu amissa in littore accipit, ut fur tenetur in duplum tantum.[3])
24. Qui gubernacula unumve ex ipsis amovet, pro toto negocio tenetur.[4])
25. Qui per fraudem vel consulto auxilium naufragantibus navique non praestat, tenetur lege homicidarum.[5])
26. Qui rapit vel e naufragio lucratur quam poenam pro damno solvet, eandem itidem in fiscum conferet.[6])
27. E naufragio rapit, qui dum naufragii metus instat rapit.[7])
28. Si major praeda e naufragio intercepta sit, liberi fustibus verberati per triennium in exilium mittuntur vel in opus metalli deportantur, si perfecta aetate sunt; servi autem virgis caesi in metallum deportantur. Sed si quod raptum est haud multi precii sit, liberi servique ut dictum est affecti verberibus dimittuntur. Decet autem ut in caeteris delictis in hoc quoque cum puniuntur et personarum et rei habere rationem, ne gravius neve clementius habeantur quam deceat.[8])
29. Actiones vero heredibus dantur sed haudquaquam in heredes nisi ad rem tantum.[9])
30. Qui projectum ex naufragio quid accipit adlegato tempore, fur est. si vero per occasionem naufragii rapit, indifferenter fur est,

---

[1]) D. XLVII, 9, 1 pr. §. 1. 5 und l. 2. 3 pr. §. 8. Der griechische Text steht in Schol. Basil. ed. Heimb. II p. 25 und als κεφ. κα' in Syn. A, 64, 11 und Attal. XXXII, 12. (Diese Stelle scheint in schol. *a* ad Basil. LX, 6, 35 als κεφ. μη', in Syn. N, 1, 20 als κεφ. μβ' bezeichnet zu werden.)

[2]) D. IX, 3, 6 §. 3.

[3]) D. XLVII, 9, 3 pr.

[4]) D. eod. 3 §. 8.

[5]) D. eod. 3 §. 8.

[6]) D. eod. 3 § 8. Der griechische Text als κεφ. λα' erhalten bei Balsam. ad Nomoc. IX, 27.

[7]) D. eod. 4 pr.

[8]) D. eod. 4 §. 1. In den *ποινα* 26, 8 als κεφ. λγ' citirt.

[9]) D. eod. 4 §. 2.

sive ex mari sive ex naufragio sive ex littore rapiat. Idem dicendum si ex nave vel schedia expugnata quis rapiat.[1])

31. Expugnata dicitur navis seu victa depraedetur sive submergatur sive perforetur sive vela rumpantur vel anchorae mari dimoveantur.[2])

32. Sancitum est neminem extraneum colligere res ex naufragio, seu miles seu privatus seu liber seu principis servus. Domini etenim aedificiorum quorum propius contigit naufragium, restituent si quid ex hujusmodi rebus ablatum constabit. Quodsi quis ex illis subripiet, ut fur graviter plectetur. In inquisitionem autem qui rei dicuntur, vel vincti ad magistratus mittentur vel sub cautione quanti aestimabitur delictum. locorum itidem domini cavebunt.[3])

33. Ejectam vi fluctuum in agro meo schediam non recuperabit dominus quousque me de damno quod inde accidere posset tutum reddat.[4])

34. Unicuique impune licet proprium colligere naufragium.[5])

35. Si quis ex naufragio aliquid apud quempiam deposuerit negeturque, depositi aget ad duplum. Si heres dolose idem egerit, et in eum actio in duplum competet.[6])

36. Qui ab exercitore quid furatur publice in id quod quadruplum excedat punitur.[7])

37. Non inferantur in fiscum quae ex naufragio ad littus appellunt sed reddantur dominis.[8])

38. Probet intra annum exercitor ubi naufragium passus sit ut pro vero admittatur.[9])

---

[1]) D. eod. 5. Die Syn. N, 1, 19 giebt den griechischen Text als κεφ. λθ'. In schol. 1 ad Basil. LX, 20, 3 wird es als κεφ. λδ' citirt.

[2]) D. eod. 6.

[3]) D. eod. 7.

[4]) D. eod. 8.

[5]) D. eod. 12 pr.

[6]) D. XVI, 3, 1 §. 1. Der griechische Text des κεφ. κ' in schol. ε ad Bas. XIII, 2, 1.

[7]) Cod. XI, 2, 3.

[8]) Cod. XI, 6, 1.

[9]) Cod. eod. 2. In den ῥοναί 24, 37 als κεφ. μς' citirt.

Libri tertii tit. quintus.

De legato usu et confessione navis.[1])

1. Domo vel nave vendita non videntur singillatim venditi lapides tabulaeque. quare nec de evictione ipsarum in duplum venditor tenetur quasi parte evicta.[2])
2. Si generaliter navis legetur perque partes totam novavero manente forma, navis debetur legatario.[3])
3. Legato lignorum ad opus utilium non veniunt naves ex ipsis confectae. Nec si legata navis ad materiam redigatur, nec ipsam nec ligna praestabo.[4])
4. Si ex parte navis innovetur, manet usus. Quodsi dissolvatur atque ex eadem materia nihil addito reficiatur, extinguitur usus. Idem dicendum de domo.[5])
5. Si confessus tibi navem eam dissolvero eandemque iisdem tabulis refecero, si quidem animo reficiendi dissolvi, eadem videtur navis debeturque. Quod si animus fuit in alios usus tabulas convertere et penitens incepti navem refeci, alia videtur nec tibi debetur.[6])

Lib. 3 tit. 6.

De pecunia trajectitia.[7])

1. Trajectitia pecunia est quae trans mare vehitur, non quae in loco expenditur, nec quod ex ea emitur, si tum[8]) periculo creditoris vehitur.[9])

---

[1]) Die griechische Rubrik lautet περὶ πλοίου λῃστευομένου ἢ ἐν χρήσει διδομένου ἢ ὁμολογουμένου.

[2]) D. XXI, 2, 36. Der griechische Text lässt sich aus Tipucitus so restituiren: Οἴκου ἢ πλοίου πραθέντος οὐ δοκεῖ τὰ καθ' ἕκαστον οἷον αἱ λίθοι ἢ σανίδες πιπράσκεσθαι. ὅθεν οὐδὲ περὶ ἐκνικήσεως αὐτῶν ὁ πράτης εἰς τὸ διπλοῦν ἐνέχεται ὡσανεὶ μέρους ἐκνικηθέντος.

[3]) D. XXX, 24 §. 4. Der griechische Text in Syn. A, 1, 146 als κεφ. β'.

[4]) D. XXXII, 88 §. 1. 2. Den Inhalt des griechischen Textes giebt Tipucitus.

[5]) D. VII, 4, 10 §. 7.

[6]) D. XLV, 1, 83 §. 5 (XLVI, 3, 98).

[7]) Die Rubrik von Basil. LIII, 5 lautet περὶ δανεισμάτων διαπεντίων.

[8]) tamen?

[9]) D. XXII, 2, 1. Syn. X, 2, 73 giebt den griechischen Text.

2. Si non adsit qui de trajectitia interpellari debet, testatio de eo fit proque petitione est.[1])
3. Ex quo convenit navem navigare periculum creditorem spectat.[2])
4. Pro nautico debito in pignus oppositae fuerunt mihi merces in navi: si non sufficerent, oppositae item quae in aliis navibus essent. Si ante praefinitum tempus periit navis in qua pecunia mea est, non competit mihi jus in caeteras naves quippe extincto principali debito. Si post praefinitum tempus periit, vel si non periit non tamen sufficient merces quae in ea sint vel perierint, tenentur mihi et ea quae in caeteris navibus. In trajectitiis autem imminutio pignorum non foeneratorem sed debitorem spectat.[3])
5. In trajectitiis absque stipulatione petuntur usurae ex conventione.[4])
6. Creditor si per eum stabit quominus praestituto tempore trajectitiam accipiat, non habet usurae petitionem.[5])
7. Qui pecuniam magistro credit nosse debet cui rei praesit, necessariumque esse sumptum ad quod mutuatur. Nam si in decoranda nave absque necessitate expendit, non habebit adversus exercitorem actionem. Si plus credidit, non conveniet exercitorem in totum. Sane si in refectione navis utiliter expendet, non autem in superfluis ornamentis, tenebitur exercitor.[6])
8. Qui propter edificium vel apparatum credit, habet praelationem.[7])
9. Si in fabricanda vel armanda vel emenda nave credidi, vel si navem vendidi creditorque sum, habeo praelationem post fiscum.[8])
10. Posterius credens tum praefertur, cum in armamentum navis credit sibi obligatae vel in refectione vel in victu nautarum vel ut servet obligatas sibi merces vel in solutione ipsa nauli.

---

[1]) D. eod. 2.
[2]) D. eod. 3.
[3]) D. eod. 6.
[4]) D. eod. 7.
[5]) D. eod. 8.
[6]) D. XIV, 1, 7 pr.
[7]) D. XLII, 5, 26.
[8]) D. eod. 34.

fortius enim obligat quam precium rerum quae in horreis su vel mesinauli.[1])

11. Qui nautico foenore foenerantur si convenerit ut apud eos p riculum sit acceperintque pignus, negocio[2]) deperdito si r pignoratae in promtu sint nihil eos juvant. nihil enim inte est ipsine navigaverint vel pecuniam numeratam in navi h buerint nec ne. Tunc enim majores debentur usurae cum fo neratoris periculo accipiuntur. qui periculum non suscipiu majores usuras non possunt exigere.[3])

12. Foenus nauticae pecuniae crescit super legitimum modum quan diu in periculo est. quodsi navis in tuto sit, cessant usura majores legitimis.[4])

13. Creditor periculum navigationis non suscipicus majores usura non accipit.[5])

14. Si foenerator nunciaverit periculum esse in navigatione qu convenit solumque[6]), exercitor vero alio pergat et periclitetu vel praeter propriam causam merces deperdat, puta si intuleri aliqua quae emere non debuerit, periculum hoc ad foenerato rem non pertinet.[7])

Tit. sept.[8]) lib. 3.

De piscatoribus piscatione et jure maris.[9])

1. Duos fundos habebam, vendidi tibi alterum pactusque sum ne piscareris. quamvis servitus mari privatis pactionibus non im-

---

[1]) D. XX, 4, 5. 6. Die Worte precium rerum-mesinauli sind von Venturi selbst beigeschrieben, und am Rande fügt er hinzu ut ὑπὲρ κτινομεσθίων. Der griechische Text findet sich als κεφ. ιγ' und ιδ' in Syn. X, 3, 19.

[2]) navigio?

[3]) Vielleicht haben wir hier eine Summa der verloren gegangenen l. 1 C. IV, 33.

[4]) Cod. IV, 33, 2.

[5]) Cod. eod. 3. Der griechische Text in Syn. X, 2, 75 als κεφ. ιη'.

[6]) Das solumque ist durch zwei Sternchen eingeschlossen. Venturi hat das καὶ μόνον des griechischen Textes, welches dem *dumtaxat* in der lateinischen Constitution entspricht, offenbar nicht verstanden.

[7]) Cod. eod. 4.

[8]) Die griechische Rubrik von Basil. LIII, 6 lautet: περὶ ἁλιέων καὶ ἁλιείας καὶ δικαίου θαλάσσης.

[9]) D. VIII, 4, 13 pr.

ponatur, tamen si bona fide hoc in venditione pactum est, valet, emtorque et ejus in venditione vel in hereditate successores servare coguntur.[1])

2. Curent magistratus, ne piscatores noctu ignem adhibeant periculumque facessant navibus navigantibusque, qui ex ipsorum lucro[2]) existiment se portum adventare.[3])

3. Qui longo tempore in flumine publico solus piscatur, recte prohibet caeteros.[4])

4. Qui in mare me prohibet piscari, tenetur actione injuriarum, quemadmodum qui me prohibet uti loco publico vel rebus meis. illi qui publice conduxit datur legitimus defensor si conducto uti prohibeatur.[5])

5. Consuetudo quamvis sit, tamen est contra leges ut quidam ante aedes suas caeteros piscari prohibeant.[6])

6. Agricultores et piscatores non coguntur proventus suos ad urbes deferre et per se ipsos vendere, sed licet aliis tradere et ad propria munia reverti.[6])

7. Recte molem in mari facit et aedificat in littore qui nulli incommodum adfert.[7])

8. Qui in mare pilam jacit dominus quidem ipsius fit, sed haud licet jacere si usus maris littorisve impeditur.[8])

9. Usus ripae fluminis publicus est, et volenti licet adpellere navim et in ripa ponere sarcinas retiaque exiccare et in fluminibus navigare funemque arboribus in ripa enatis adligare, dominium autem ripae arborumque pertinet ad dominum in cujus agro sunt.[9])

---

[1]) luce?

[2]) D. XLVII, 9, 10.

[3]) D. XLIV, 3, 7.

[4]) D. XLVII, 10, 13 §. 7.

[5]) D. eod. Der vollständigere griechische Text in Syn. A, 36, 1 als κεφ. ϛ'.

[6]) D. L, 11, 2.

[7]) D. XLIII, 8, 2 §. 8.

[8]) D. eod. 3 §. 1.

[9]) D. I, 8, 5 pr.

10. Littus est usque eo quo excurrit maximus fluctus. Idem in palude, nisi tota privati juris sit.[1])

[1]) D. L, 16, 112. — Hier bricht die Übersetzung ab. Von tit. 6 fehl kaum etwas. Ob dem Venturi der tit. 7 als in das Seerecht eigentlich nich gehörig überhaupt nicht mitgetheilt worden war, oder ob er nur mit de Übersetzung dieses Titels oder der Amanuensis mit deren Abschrift nich fertig geworden war, mag dahin gestellt bleiben: obwohl für letztere Alter native der Umstand zu sprechen scheint, dass zunächst anderthalb Seiten un beschrieben sind. Darauf folgt eine lateinische Übersetzung der leges navales welche in späteren Basilikenhandschriften als ein Anhang zu lib. LIII oder als tit. 8 desselben aufgenommen worden sind. Da die leges navales bekannt sind und Venturi's Übersetzung kein besonderes Interesse bietet, so habe ich dieselbe nicht abgeschrieben. Ich bemerke nur, dass voranstehen 18 Paragraphen, welche gewohnheitsrechtliche Normen enthalten; sie finden sich bei Leunclav. IGR. II p. 266 sq., jedoch fehlen die §§ ιϑ' und κ', welche auch offenbar Einschiebsel (wohl aus der Synopsis minor) sind. Hierauf kommt das Inhaltsverzeichniss der 47 §§ der lex Rhodia und endlich die Übersetzung von § 1—29, woselbst dieselbe unvollendet abbricht.

13. Januar. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Roth las:

Petrographische Beiträge.

I. Gesteine von Aden.

Die von Dr. H. W. Vogel bei Gelegenheit der Sonnenfinsterniss im August 1868 und von Hrn. J. M. Hildebrandt 1880 in Aden gesammelten Gesteine, welche von ihnen dem mineralogischen Museum mitgetheilt wurden, liefern einige Beiträge zur Kenntniss der vulcanischen Halbinsel Aden.

Nach Hrn. v. Richthofen[1]) bestehen die den Hafen von Aden einschliessenden Halbinseln aus vulcanischen Tuffen, in deren regelmässige Schichtung sich Lavaströme in den mannichfachsten Weisen einzwängen. Nachdem später Zirkel[2]), Niedzwiedzki[3]), Möhl[4]) die dortigen Liparite und die zu diesen gehörigen Obsidiane, die Sanidintrachyte und Doleritbasalte chemisch und mikroskopisch untersucht hatten, gab Ch. Vélain[5]) in seiner Description géologique de la presqu'île d'Aden etc. Paris 1878. mit einer geologischen Skizze eine ausgedehntere Untersuchung der Gesteine von Aden. Nach ihm folgten dort auf Liparite und Trachyte die Phonolithe und Doleritbasalte; sie bilden Lavadecken und Lavaströme, sowie Gänge in den Conglomeraten, während es von Sedimenten nur einen ganz jungen, auf vulcanischem Gestein liegenden Kalk giebt, in welchem die heute im rothen Meer lebenden Muscheln oft mit Farben, aber meist zerbrochen, neben Trümmern der vulcanischen Gesteine vorkommen. Der Kalk findet sich in Folge von Hebung der Küste in 2—3 m Höhe über Hochwasser und ist fest genug, um als Baustein zu dienen.

Von Vélain's Bemerkungen will ich die eine hervorheben, dass nach seinen Beobachtungen in Aden der Tridymit stets aus Opal und Chalcedon hervorgeht. Er leitet die Abscheidung der

[1]) Zs. geol. Ges. 12. 523. 1861.

[2]) Basaltgesteine 1870. 128 und Jahrb. Miner. 1870. 827.

[3]) Wien. Akad. Ber. 63. 549 bis 560. 1871.

[4]) Jahrb. Miner. 1874. 697.

[5]) Über Liparit von Aden s. auch Bull. géol. (3) 5. 147. 1877.

Kieselsäure von Wasserdämpfen ab, die im Augenblick der Festwerdung das Gestein durchströmten; eine Ansicht, die wohl des Beweises noch bedarf. Das mir vorliegende Material gestattet keinerlei Schlussfolgerungen über die Entstehung des Tridymites in Aden.

Hr. Hildebrandt sammelte in Aden Liparite und Phonolithe ohne weitere genauere Angabe des Fundortes. Der Liparit enthält in feinkörniger, compacter, brauner, schwach mit Säuren brausender Grundmasse reichliche Sanidine, welche zum Theil Grundmasse und Eisenglanz umschliessen. Im Dünnschliff sieht man ausserdem Plagioklase, Hornblende meist verwittert, und etwas Quarz. Der Eisenglanz, zum Theil zu Brauneisen verwittert, bildet oft Ränder um den Sanidin. Ein zweiter Liparit erscheint nur als abweichende Ausbildungsform des eben genannten. In röthlich grauer, feinkörniger Grundmasse mit einzelnen Sanidinen und etwas Eisenglanz liegen flammenähnlich schmälere und breitere, unterbrochene Bänder eines sehr dichten braunen Gesteins, das hie und da auch rundliche Partien in dem helleren Gestein bildet. In diesen rundlichen Partien ist Sanidin zu sehen, im Dünnschliff noch Quarz und in den Sanidinen häufig Eisenglanz.

Nach Vélain (l. c. 33) werden die trachytischen Conglomerate durchbrochen und bedeckt von Phonolith. Der mir vorliegende, nicht frische, grünlichgraue, mit Säuren schwach brausende Phonolith zeigt in dichter Grundmasse zahlreiche gelblichweisse, selten frische Sanidinzwillinge. In den grösseren erkennt man hie und da Augit, der sparsam auch sonst zu sehen ist. Im Dünnschliff sieht man ausserdem Nephelin, sparsam Plagioklas, der zuweilen Gitterstructur besitzt, Magneteisen, Apatit und nicht ganz sicher verwitterten Nosean. An einzelnen Stellen des Gesteins sind Zeolithe und Kalkspath, bald allein, bald beide neben einander entstanden.

Ausserdem liegen vor: Graulichbraune, mit grünlichgrauen Bändern durchzogene Lithoidite mit Sanidinen. An einzelnen Stellen sind die den Bändern entsprechenden langgezogenen Hohlräume mit Chalcedonkügelchen oder mit Kalkspath überzogen. Ferner braun und weiss gesprenkelte Liparittuffe mit einzelnen Sanidinen und mit Brocken eines dichten schwarzbraunen Gesteins.

Unter den von Dr. Vogel gesammelten Gesteinen ist das vom Steamerpoint (Geschiebe) ein sehr feinkörniger, rothbrauner Doleritbasalt mit einigen Mikrotinen und langgezogenen, zum Theil mit

Kalkspath erfüllten Hohlräumen. Das Gestein gleicht ganz dem Doleritbasalt der Seerahinsel. An den Cisternen, westlich der Stadt Aden, steht Trachyt an, der in dichter grauer Grundmasse Sanidin zeigt. Im Dünnschliff sieht man den Sanidin zum Theil zonal aufgebaut, und erkennt einzelne grosse Plagioklase, etwas Augit und Magneteisen in der hauptsächlich aus Sanidinleisten bestehenden Grundmasse.

Der Strand der Seerahinsel wird von einem dichten, grünlichbraunen, durch Verwitterung gerötheten Mandelstein gebildet, dessen unregelmässige Poren zum Theil Kalkspath enthalten, und von dem entsprechenden, compacten, nur hie und da porösen Doleritbasalt mit sparsamen Mikrotinen. Nach Wegnahme des Eisenglanzes durch kalte Salzsäure wird die Farbe heller. Nach dem Dünnschliff hat der Doleritbasalt eine anisotrope Grundmasse, in welcher neben vielen kleinen leistenförmigen einzelne grössere Plagioklase, ein verwittertes schwach dichroitisches Mineral (wohl Augit), sehr reichlich Eisenglanz, Magnetit, zum Theil zu Brauneisen verwittert, zu erkennen sind. Der darüber folgende Trachyt, welcher demnach von Westen her fortsetzt [1]), enthält in sehr feinkörniger grauer Grundmasse Sanidinzwillinge, zum Theil durch Eisenoxyd geröthet, und kleine Hornblenden. Nach dem Dünnschliff besteht die anisotrope, grünlich chloritische Grundmasse aus leistenförmigen Sanidinen, enthält einige grössere, zum Theil mit Gitterstructur versehene Plagioklase, Hornblende, Eisenglanz, ferner Magnetit, bald mit Rändern von Brauneisen, bald ganz zu Brauneisen verwittert.

In Blasenräumen der Gesteine der Insel Seerah fand Vogel Chalcedone in den bekannten traubig-knospigen Formen.

Die Gesteine des etwas weiter südlich liegenden Marshaghill sind von unten nach oben aufgezählt.

1) Grauer, dichter Trachyt mit kleinen Sanidinen, der auch schiefrig und scheinbar geschichtet auftritt.

2) In den Klüften des darüber folgenden Doleritbasaltes liegen als Bindemittel von Gesteinsbruchstücken Kalkspath und Quarz. Die milchweissen Quarzkrystalle zeigen zum Theil vorherrschend das Hauptrhomboeder und Andeutung von Zwillings-

[1]) Vélain giebt für die Insel Seerah und den Marshaghill nur Basalt an.

krystallen. Das Hauptgestein der Insel ist ein dichter röthlichgrauer Doleritbasaltmandelstein. Die ungleich grossen, zum Theil langgezogenen Hohlräume zeigen dünne, graulichgelbe Überzüge von verwitterten Zeolithen. Nach dem Dünnschliff überwiegt der Plagioklas, neben welchem sich Augit, Olivin und reichlich, meist verwittertes Magneteisen findet.

3) Das darüber folgende graugrüne Gestein mit grösseren, zum Theil durch Eisenoxyd gerötheten Sanidinen und kleineren Hornblendekrystallen, gleicht ganz dem Trachyte der Seerahinsel.

Darüber folgt

4) ein leicht zerbrechlicher, braunrother, stark veränderter, mit Säuren schwach brausender Mandelstein, dessen Mandeln zum Theil mit Zeolithen erfüllt sind. Hie und da ist ein hellgelbes Glimmerblättchen zu erkennen.

5) Der darüber folgende graubraune, dichte, poröse Doleritbasalt zeigt neben vielen schlecht ausgebildeten glasigen Plagioklasen etwas Augit. Im Dünnschliff sieht man die Plagioklase zum kleineren Theil zonal ausgebildet und von grünem Augit, von Olivin und Magnetit begleitet. Nach dem Verhalten gegen heisse Salzsäure ist der Plagioklas Labrador, nicht Anorthit, da er nicht gelatinirt.

Der nächst folgende Liparit zeigt schlackige, dichte, bräunlichgelbe, glanzlose Partien, durchzogen von ungleich breiten, gebogenen, braunrothen, dichten, kaum porösen, mattglänzenden Bändern von Lithoidit. In beiden Ausbildungsformen liegen zahlreich leistenförmige Sanidine. Im Dünnschliff sieht man in beiden Lagen noch sparsam Hornblende und Magnetit.

6) Der darüber folgende graue, feinkörnige, compacte Trachyt, mit vielen Sanidinen, ist dem unter 3) erwähnten ganz ähnlich.

7) Die oberste Schicht wird gebildet von einem graugrünen, dichten, compacten, durch Verwitterung gelblichbraun gefärbten Gestein mit Sanidin.

Überzüge von Hyalit und darauf sitzendem knospig-traubigem, milchweissem Chalcedon kommen auf einem dichten, dunkelgrünen, rissigen Gestein mit sparsamen Augiten im nördlichen Theil des Marshaghill vor.

Die Gesteine der Umgebung des nahegelegenen Leuchtthurms sind von unten nach oben:

1) Dichter, dunkelbräunlicher, mit Säuren nicht brausender Doleritmandelstein, in dessen Hohlräumen nur noch schwache Reste der früheren Mandelausfüllung durch Zeolithe zu sehen sind. Er enthält sparsam Plagioklasleisten. Der Dünnschliff zeigt in der z. Th. isotropen Grundmasse sehr reichliche, leistenförmige Plagioklase (nur einzelne Einsprenglinge sind grösser), ferner meist kleine Augite, etwas Olivin und Magneteisen, z. Th. in Brauneisen umgewandelt. Sanidin scheint nicht vorhanden zu sein.

2) Grauer, verwitterter, dichter, nur hie und da mit langgestreckten Hohlräumen versehener Doleritbasalt, in welchem nur sehr sparsam Mikrotine zu sehen sind. Im Dünnschliff erscheint der überwiegende Plagioklas grösstentheils leistenförmig, selten in grösseren Krystallen ausgebildet; die meist kleinen Augite sind nur Krystallfragmente; Olivin ist vollständig, das Magneteisen z. Th. verwittert. Einzeln findet sich Apatit.

3) Rothbraunes, dichtes, z. Th. schlackiges Gestein mit grösseren Klüften.

4) Basalttuff (nach Vogel's Angabe).

5) Dichter blaugrauer Doleritbasaltmandelstein mit Überzügen von Zeolithen und Opal auf den zahlreichen Klüften. Im Dünnschliff sieht man in der z. Th. isotropen Grundmasse reichliche Plagioklase, meist leistenförmig, selten in grösseren Krystallen; ausserdem Olivin, sparsam kleine Augite, viel Magneteisen. An vielen Stellen findet sich Aggregatpolarisation.

6) In den Klüften der Doleritbasalte findet sich faseriger Kalkspath, auf welchem zusammengehäufte, aussen mattweisse, innen gelblichweiss durchscheinende Kalkspathrhomboëder sitzen.

7) Basaltmandelstein wie Nr. 1.

8) Weisses festes Gestein. Zertrümmerte Muschelschalen, weisse Kalkstückchen, braune Stückchen verwitterten Mandelsteins sind durch Kalkkarbonat verkittet.

9) Graublauer, dichter, compacter, schwach mit Säure brausender Trachyt mit scharf abgeschnittener, hellbräunlicher Verwitterungsrinde. Mit der Loupe erkennt man in dem schimmernden Gestein, das beim Glühen nur Spuren von Wasser abgiebt und mit kochender Salzsäure behandelt sich nicht entfärbt, einzelne leistenförmige Feldspäthe. Der Dünnschliff weist in brauner Glasmasse vorwiegend leistenförmige, sparsam grössere Sanidine auf. In einem derselben zeigen sich, entsprechend den Umrissen an-

geordnet, gewundene Glaseinschlüsse und Titaneisen. Ausserdem sieht man einzelne grössere, z. Th. zonal aufgebaute Plagioklase etwas Augit, zahlreiche kleine Glimmerblättchen, die auch als Einschluss der Sanidine auftreten, Titaneisen, sparsam nicht frischen Olivin, Eisenglanz, Kalkspath.

10) In der Mitte des Abhangs tritt als Ganggestein am Felsenthor Doleritbasalt auf. Ein dichtes, compactes, dunkelgraues durch Verwitterung röthlich-braunes Gestein, das viele kleine gelbe, verwitterte Krystalle (Olivin) und einzelne matte, stark angegriffene Feldspäthe zeigt und auf den Kluftflächen überall mit Kalkspath bedeckt ist. Im Dünnschliff zeigt der überwiegende Plagioklas hie und da Gitterstructur, der Augit ist kleinkörnig und tritt zurück, der Olivin zeigt in Folge der Verwitterung meist Aggregatpolarisation; das Magneteisen ist reichlich vorhanden, und seine Oktaeder sind häufig linear an einander gereiht und recht winklig setzen sich ähnlich angeordnete Äste an.

Man sieht aus dem von Dr. Vogel Beobachteten, dass die Folge der Gesteine, wenigstens am Marshaghill, nicht so einfach und nicht so genau nach dem Kieselsäuregehalt der Gesteine geordnet ist, als sie nach Vélain sein müsste. Auf Trachyt folgt Doleritbasalt, dann wieder Trachyt und Doleritbasalt, sodann Liparit und Trachyt. Am Leuchtthurm liegt Trachyt auf und unter Basalten. Vielleicht gehören einige der als Doleritbasalt bezeichneten Gesteine dem Augit-Andesit an. Wohin der Phonolith in der Gesteinsfolge gehört, lässt sich nach dem Mitgetheilten nicht feststellen.

II. Basalt von Nierstein.

Von Dr. Gumprecht gesammelt liegen mir 4 Basaltgesteine von Nierstein, Rheinhessen, vor. Nach Nöggerath[1]) durchbricht dort am „Rehgraben" Basalt den Buntsandstein, von welchem er zahlreiche, grosse, wenig veränderte Bruchstücke einschliesst. Mit feinkörnigem Kalkkarbonat ausgefüllte Klüfte durchziehen den Basalt nach allen Richtungen.

In dem frischesten, compacten, dunkelblaugrauen Gestein sieht man langgezogene, nicht reichliche, eisenschüssige bis graue Querschnitte von Olivin, welche mit Säure brausen, und

[1]) Karsten und v. Dechen. Archiv für Mineralogie 16. 3. 60. 1842.

ausserdem undeutliche kleine Augite. Nach Behandlung mit kalter Salzsäure treten in dem jetzt lichtblaugrauen Gestein die Augite deutlicher hervor.

Im Dünnschliff sieht man in dem graulichen Glasgrund grössere, z. Th. in Kalkkarbonat und Serpentin umgewandelte Olivine; hellgelblichgrüne, grössere und kleinere Augite reichlich, und Magneteisenkörner. Die grösseren, säulenförmigen Augite zeigen einfache Risse, rechtwinklig zu der Längsausdehnung, sind frei von Einschlüssen und nicht zonal aufgebaut. Man beobachtet an ihnen die von L. van Werveke[1]) an den Augiten des Limburgites von Palma beschriebene Erscheinung, dass bei gekreuzten Nicols von den vier Quadranten je zwei gegenüberliegende gleichzeitig auslöschen. Die Zwillingsnaht tritt deutlich hervor. Das Gestein gehört demnach zu den Limburgiten.

Das zweite Handstück von Nierstein zeigt rundlich begrenzte Partien braunen Glases ohne irgend welche krystallinische Ausscheidungen in entglaster brauner Grundmasse. Das dritte Handstück ist verwitterter und in Folge dessen körnig abgesondeter, grauer Basalt mit grossen, stark verwitterten Olivinen. Das vierte Handstück, vom Habitus der bekannten Basalttuffe des Klotzberges im böhmischen Mittelgebirge, enthält zollgrosse, rundum ausgebildete Augite, kleine gelbliche Olivine, hie und da ein dunkles Glimmerblättchen, etwas Titaneisen, einzelne wasserhelle Feldspäthe und gefrittete Trümmer des durchbrochenen Buntsandsteins.

III. Basalte der syrischen Wüste.

Der in der syrischen Wüste an der Ruinenstätte Zebed, zwei Tagereisen westlich vom Euphrat, vier Tagereisen östlich von Aleppo, durch Prof. Sachau 1879 gesammelte, dunkelgraue, feinkörnige, poröse Basalt erwies sich als Doleritbasalt. Im Dünnschliff sieht man Plagioklas, grünlichen Augit, meist verwitterten Olivin und Magnetit. Die Hohlräume enthalten Kalkspath und Zeolithe.

Am Nordende der syrischen Wüste an der Ruinenstätte Khunâsara, drei Tagereisen westlich vom Euphrat, S. O. von Aleppo, gesammelter, dunkelgrüner, poröser Doleritbasalt lässt Plagioklas,

[1]) Jahrb. Miner. 1879. 483.

reichlichen, meist gelblichbraun, verwitterten Olivin erkennen, während der frische Olivin gelblichgrün ist, ausserdem sparsamen Augit und in kleineren Krystallen als der Olivin. In Hohlräumen finden sich Zeolithe und Kalkspath. Im Dünnschliff erkennt man noch Magneteisen.

Der dichte, bläulichgraue, schwach mit Säuren brausende Doleritbasalt von der Klosterruine Saibidj in den Felsen des Nimrud - Dagh, westlich von Urfa (Edessa), enthält Plagioklas, reichliche grosse Augite und meist verwitterte Olivine. Im Dünnschliff sieht man noch Magnetit und den grünlichen Augit oft zonal aufgebaut.

Auch die von Dr. Gaillardot in der Ledscha und von Consul Wetzstein im Gebel Hauran, S. von Damaskus, gesammelten olivinreichen Basalte gehören zu den Doleritbasalten, deren Verbreitung in diesem Theil von Kleinasien bedeutend erscheint.

Hr. Munk las folgende Mittheilung des Hrn. Dr. B. Baginsky:

Über die Schwindelerscheinungen nach Ohr-Verletzungen.

An einem Hunde, der während mehrerer Monate den Kopf nach der einen Seite verdreht gehalten und Schwindelerscheinungen gezeigt hatte, war bei der Obduction die Paukenhöhle der gleichen Seite mit einer wässerigen Flüssigkeit prall gefüllt gefunden worden, während am Labyrinth und am Gehirn gröbere Veränderungen nicht zu constatiren waren. Dies wurde Veranlassung zu untersuchen, wie Drucksteigerung in der Paukenhöhle wirkt, und führte mittelbar zu einer gewissen Aufklärung hinsichts der Function der Bogengänge. Die Untersuchung ist im physiologischen Laboratorium der hiesigen Thierarzneischule ausgeführt.

Wird Wasser oder $\frac{3}{4}$ procentige Kochsalzlösung von 9—15° C. in die Paukenhöhle von Kaninchen eingespritzt, so treten sogleich Nystagmus an beiden Augen und Verdrehung des Kopfes nach der operirten Seite auf. Mit der Steigerung des Druckes nehmen alle Erscheinungen an Intensität zu. Nach der Einspritzung verschwinden sie sehr rasch und kehren bei Wiederholung derselben

immer wieder. Nach einseitigen Einspritzungen leben die Thiere meist ohne jede weitere Störung fort; nur wenige Thiere sterben in den nächsten Tagen, und zwar an Gehirnentzündung. Nach doppelseitigen und unter höherem Drucke gemachten Einspritzungen tritt in der Regel innerhalb weniger Tage der Tod ein, und immer sind dann Gehirnentzündungen nachweisbar.

Nach Einspritzungen von wärmerem Wasser von ca. 38° C. oder $\frac{1}{4}$ procentiger Kochsalzlösung von derselben Temperatur zeigen sich gleichfalls Nystagmus und Kopfverdrehung, jedoch immer nur bei recht erheblich gesteigertem Drucke. Die Erscheinungen sind dann auch immer weniger intensiv als nach den Einspritzungen derselben Flüssigkeiten von niederer Temperatur; sie verschwinden wiederum sehr rasch nach der Einspritzung. Hier bleiben die allermeisten Kaninchen selbst nach doppelseitigen und unter sehr hohem Drucke gemachten Einspritzungen ohne weitere Störung am Leben; nur einzelne Thiere sterben wenige Tage nach der Operation, alle an Gehirnentzündungen.

Werden endlich concentrirtere Kochsalzlösungen, verdünntes Ammoniak, verdünnte Salzsäure, reines Glycerin und dergl. mehr eingespritzt, so hat der operative Eingriff jedesmal heftigen Nystagmus und Kopfverdrehung zur Folge, und häufig gesellen sich noch Roll- und Kreisbewegungen hinzu. Je rascher die Flüssigkeit eingespritzt wird, und je niederer temperirt oder je chemisch differenter dieselbe ist, desto heftiger sind die Erscheinungen; und sie überdauern hier regelmässig die Einspritzung, meist bis zum Tode, der noch an demselben oder am folgenden Tage eintritt. In allen Fällen ergiebt die Obduction Hyperämie und Oedem des Gehirns, auch kommen Entzündungen oder Hämorrhagien an den dem Ohre benachbarten Hirnpartien vor.

Diese Erfahrungen lassen keine andere Deutung zu, als dass die eingespritzten Flüssigkeiten unmittelbar an das Gehirn gelangen. Die anatomische Untersuchung lehrt denn auch, dass regelmässig die Membran des runden Fensters gesprengt ist. Und spritzt man lösliches Berlinerblau oder Ferrocyankalium ein, so lässt sich durch die Färbung, event. mittels Eisenchlorids, als der Weg, den die Flüssigkeit nimmt, und zugleich als der einzige Weg der Aquaeductus cochleae nachweisen, der die Scala tympani der ersten Schneckenwindung mit dem subduralen Raume verbindet und in der Fossa jugularis ausmündet. Dasselbe ergiebt sich, wenn man Luft

unter hohem Drucke in die Paukenhöhle presst: sogleich treten Nystagmus und Kopfverdrehung und bald danach der Tod ein; bei der Obduction findet man Luft im subduralen Raume, und bei jeder neuen Lufteinpressung sieht man geradezu die Luftbläschen an der Fossa jugularis austreten.

Wie durch die Einspritzung, so lassen sich die Schwindelerscheinungen auch herbeiführen, indem man die Paukenhöhle mittels einer in dieselbe eingeführten Glasröhre mit den Flüssigkeiten belastet. So lange die Flüssigkeitssäule nicht eine gewisse Höhe erreicht hat, bleibt überall der Nystagmus völlig aus, und er tritt ein, sobald die Höhe erreicht oder überschritten ist. Es ist aber bei kaltem Wasser oder kalter $\frac{3}{4}$ procentiger Kochsalzlösung eine wesentlich grössere Höhe (ca. 120^{cm}) erforderlich, als bei den oben genannten sehr differenten Flüssigkeiten (ca. 40^{cm}); bei Wasser von der Körpertemperatur habe ich die erforderliche Höhe mit 2^{m} noch nicht erreicht. Sehr belehrend ist es, wenn man auf diese Weise in die beiden Paukenhöhlen desselben Kaninchens Ferrocyankalium einführt, in die eine so, dass eben Nystagmus sichtbar wird, in die andere mittels einer um wenige Ctmr. niedrigeren Flüssigkeitssäule, so dass die Schwindelerscheinungen ausbleiben: an dem sofort getödteten Thiere findet man auf der ersteren Seite das runde Fenster zerrissen und die eingeführte Flüssigkeit bis zur Fossa jugularis nachweisbar; auf der letzteren Seite ist das runde Fenster unversehrt, und keine Spur einer Reaction stellt sich jenseits dieses Fensters ein.

Nach alledem ist es klar, dass es zunächst eines gewissen Druckes bedarf, der Flüssigkeit von der Paukenhöhle aus den Weg zum Gehirn zu bahnen, und dass dann der Überdruck, die niedere Temperatur, die chemische Natur der Flüssigkeit eine mechanische, bez. thermische oder chemische Reizung derjenigen Hirnpartie setzen, auf welche die Flüssigkeit stösst, eine Reizung, deren Folge die Schwindelerscheinungen sind. In Übereinstimmung damit steht das Ergebniss früherer Versuche. Denn der Fossa jugularis liegt derjenige Theil des Corpus restiforme auf, welcher der aufsteigenden Quintuswurzel zunächst ist, und durch dessen directe mechanische Reizung haben Magendie, Brown-Séquard, Schiff und Schwahn die nämlichen Schwindelerscheinungen erhalten. Durch Reizung der Dura an jener Stelle wird nichts der Art herbeigeführt.

Nach Verletzung der Bogengänge sind ebensolche und ähnliche Schwindelerscheinungen von Flourens und neuerdings von Cyon bei Säugethieren, von Flourens, Czermak, Goltz und vielen Anderen bei Tauben beobachtet worden. Man hat daraus geschlossen, dass die Bogengänge für die Erhaltung des Gleichgewichts des Körpers von Bedeutung sind, und dieselben als die peripheren Organe eines besonderen Sinnes, des sog. statischen Sinnes aufgefasst. Vereinzelter Widerspruch von Böttcher und Tomaszewicz, es handele sich um Gehirnläsionen, ist so gut wie überhört worden. Dieser Widerspruch erhält aber sichtlich eine mächtige Stütze durch die vorbesprochenen Erfahrungen, welche zeigen, wie schon geringe Reizungen der dem Ohre benachbarten Hirnsubstanz eben die Schwindelerscheinungen herbeiführen. Und die volle Berechtigung des Widerspruchs tritt dann ausser Zweifel durch die folgenden Versuche, welche den Vortheil bieten, dass sie den directen Angriff der Bogengänge, der nach meinen Erfahrungen immer mit groben Verletzungen der Schädelhöhle und der Hirnsubstanz verbunden ist, ganz entbehrlich machen.

Geht man beim Hunde durch die Bulla ossea in die Paukenhöhle ein und eröffnet durch Wegbrechen des Promontoriums die Schnecke, so sind die Hunde, je nachdem die Operation einer- oder beiderseits ausgeführt ist, auf einem oder beiden Ohren vollkommen taub, sonst aber normal und zeigen insbesondere keine Spur einer Gleichgewichtsstörung. Tödtet man sie nach Monaten, so findet man das ganze Labyrinth im Zustande hochgradigster fettiger Degeneration, die Schnecke in ein Narbengewebe verwandelt, vom Sacculus und Utriculus keine kenntliche Spur. Entfernt man dagegen die ganze Schnecke, so treten neben der Taubheit unmittelbar Nystagmus und Kopfverdrehung auf, und der erstere bleibt einige Tage, die letztere bis zum Tode bestehen. Die Section lehrt, dass jedesmal bei Entfernung der Schnecke der Porus acusticus internus erbrochen und die Schädelhöhle eröffnet worden ist. Dass hier auch immer bei der Operation Cerebrospinalflüssigkeit abfliesst und mit dem Abreissen des Acusticus an der Gehirnsubstanz gezerrt wird, bedarf kaum der Bemerkung. Während somit diese Laesionen regelmässig sofort Schwindelerscheinungen bedingen, kommt es nie und nicht im mindesten zu solchen Erscheinungen, wo jeder Angriff der Schädelhöhle vermie-

den ist, wenn auch das häutige Labyrinth sich entzündet und die vestibulären Acusticus-Zweige ganz zu Grunde gehen.

Irrthümlich hat man bei den Versuchen an den oberflächlicher gelegenen Bogengängen der Tauben Gehirnläsionen ausschliessen zu können geglaubt. Auch wenn der Aquaeductus vestibuli in der Cavitas mesootica unberührt blieb, wenn bloss die zugänglichsten horizontalen oder hinteren verticalen Bogengänge angegriffen wurden, und wenn dazu noch die Durchschneidung ohne stärkere Blutung erfolgte, sind doch fast ausnahmslos oberflächliche Blutungen oder sogar innere Hämorrhagien am Kleinhirn und an der Medulla oblongata, auch an den Corpora quadrigemina nachweisbar, und Labyrinth und Aquaeductus vestibuli zeigen sich von Blut erfüllt. Haben die Tauben die Operation längere Zeit überlebt, so sind die Schädelknochen eitrig infiltrirt, das Labyrinth ist total vereitert, und die Bogengänge sind in dem erweichten Gewebe höchstens noch in erweichten Resten auffindbar; vom seitlichen Kleinhirnfortsatz ist die oberflächlichste Partie in der Regel fettig degenerirt, und bei der Herausnahme des Hirns bleibt häufig diese Partie in der Cavitas mesootica an dem entzündlich veränderten Aquaeductus vestibuli haften. Wie die letzteren Veränderungen durch die von dem Orte der Verletzung aus sich verbreitende Entzündung, so sind die ersteren Veränderungen dadurch verständlich, dass bei der verhältnissmässig sehr geräumigen Communication, welche durch den Aquaeductus vestibuli zwischen dem subduralen Raume und den endolymphatischen Labyrinthräumen der Taube hergestellt ist, mit jeder Durchschneidung eines häutigen Bogenganges es zu plötzlichem Abfluss von Cerebrospinalflüssigkeit und damit zu plötzlicher Druckänderung in der Schädelhöhle kommt.

Da die directe Verletzung des seitlichen Kleinhirnfortsatzes und seiner Umgebung mit der Nadel eine Verdrehung des Kopfes nach dieser Seite bedingt, so ist nach den angeführten Befunden es nur natürlich, wenn, gleichviel welche Bogengänge zerstört und gleichviel ob bloss die knöchernen oder diese und die häutigen Kanäle durchschnitten sind, nach wenigen Tagen eine Kopfverdrehung nach der verletzten Seite hin oder, wenn der Angriff beiderseits stattgehabt hat, nach der stärker entzündeten Seite hin sich einstellt. Und ebensowenig wie diese Kopfverdrehung, auf welche Goltz und seine Nachfolger ein besonderes Gewicht

gelegt haben, ebensowenig können dann auch die Pendelbewegungen des Kopfes und das Schwanken des Rumpfes, welche die Tauben in der ersten Zeit nach der Operation zeigen, in der Verletzung der Bogengänge die Störung eines statischen Sinnes anzunehmen berechtigen. Für die nie fehlende Neigung, nach der verletzten Seite oder, wenn beide Seiten angegriffen sind, nach beiden Seiten zu fallen, macht es gar keinen Unterschied, ob der horizontale oder der hintere verticale Bogengang zerstört ist, und es ist nur das Schwanken des Rumpfes desto auffälliger, je mehr Bogengänge auf derselben Seite verletzt sind. Ebenso stehen die Pendelbewegungen des Kopfes in keiner festen Beziehung zur Richtung der ein- oder beiderseitig verletzten Bogengänge; denn tritt auch meist nach Durchschneidung der beiden horizontalen Kanäle horizontales, nach der Durchschneidung der beiden hinteren verticalen Kanäle verticales Pendeln auf, so finden sich doch häufig genug ganz zweifellose Abweichungen. Dazu kommt, dass die Pendelbewegungen des Kopfes überhaupt ganz fehlen können, ja sogar in anderen Fällen sich von vorneherein ersetzt zeigen durch Kopfverdrehungen, wie sie in der Regel sonst erst nach mehreren Tagen eintreten. Hält man damit zusammen, dass hin und wieder Kopfverdrehungen, nachdem sie zwei bis drei Monate lang bestanden haben, allmählich sich verlieren und von neuem Pendelbewegungen eintreten, so bleibt kein Zweifel, dass die Pendelungen wie die Verdrehungen des Kopfes beide nur in centralen Störungen begründet sind.

Es treten also die Schwindelerscheinungen nach Bogengangverletzungen bei den Säugethieren wie bei den Vögeln nicht anders als in Verbindung mit Hirnläsionen auf, und zwar mit Hirnläsionen, welche zur Erklärung der Schwindelerscheinungen ausreichend sind; und sie lassen sich an den Säugethieren sogar unmittelbar als unabhängig von den Bogengängen erweisen. Welche Functionen daher auch immer die Bogengänge haben mögen, der Erhaltung des Gleichgewichts des Körpers dienen sie nicht, Sinnesorgane für den sog. statischen Sinn sind sie nicht. Und so sind auch die pathologischen Erfahrungen verständlich, nach welchen es trotz nekrotischer Ausstossung oder totaler Degeneration des ganzen Labyrinths nie zu Schwindelerscheinungen oder Gleichgewichtsstörungen gekommen ist, wenn nicht das Gehirn in Mitleidenschaft gezogen war.

Hr. Auwers legte folgende Mittheilung des Hrn. Prof. H. Bruns vor:

Bemerkungen über den Lichtwechsel der Sterne vom Algoltypus.

Die charakteristischen Merkmale des Lichtwechsels von Algol sind 1) die ausserordentliche Regelmässigkeit, mit der die Erscheinung, periodisch wiederkehrend, verläuft, 2) der Umstand, dass die eigentliche Lichtänderung nur einen Bruchtheil der ganzen Lichtperiode umfasst. Vor einiger Zeit hat nun Hr. Pickering, Director des Harvard College Observatory, in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Bd. XVI eine Abhandlung „Dimensions of the fixed stars with especial reference to the binaries and variables of the Algol type" veröffentlicht, deren zweite Hälfte einen Versuch enthält, den Algollichtwechsel nicht bloss im allgemeinen, sondern vor allem seinem beobachteten, numerischen Verlaufe nach zu erklären. Das Resultat dieser Untersuchung erscheint auf den ersten Anblick als ein sehr befriedigendes, bei näherer Betrachtung ergeben sich jedoch gewisse Bedenken, welche mich veranlasst haben, im Folgenden die Frage zu behandeln, wie weit es möglich ist, einen regelmässig periodischen Lichtwechsel durch Axendrehung des Sternes bei ungleichartiger Oberflächenbeschaffenheit zu erklären.

Hr. Pickering geht davon aus, dass von den zahlreichen Hypothesen, welche man überhaupt zur Erklärung eines Lichtwechsels heranziehen könne, im vorliegenden Falle einstweilen nur drei in Frage kämen, nämlich Rotation des Sternes, Umlauf eines hellen und Umlauf eines dunkelen Begleiters. Die beiden ersten Hypothesen seien auszuschliessen, die erste, weil sie die Constanz des Lichtes während des grösseren Theiles der Periode nicht erklären könne, die zweite, weil sie nothwendig die Existenz eines zweiten, bisher nicht beobachteten Minimums nach sich ziehe. Hr. Pickering zeigt dann, dass die dritte Hypothese eine befriedigende Darstellung der beobachteten Helligkeiten des Algollichtes gestattet, wenn man folgende Voraussetzungen macht. Hauptstern und Begleiter sind Kugeln, der grössere helle Hauptstern erscheint als gleichförmig erleuchtete Scheibe, der Begleiter läuft in einer Kreisbahn, die Bedeckung ist eine ringförmige, bei der die beiden inneren Contacte zusammenfallen, endlich die aus den Beobachtungen abgeleiteten Momente für Anfang, Minimum und Ende der Er-

scheinung weichen von den wahren Momenten um Grössen ab, deren Spielraum durch die Sicherheit der Messungen selber bedingt ist.

Durch dieses Resultat ist zunächst eine interpolatorische Darstellung der Erscheinung gewonnen, welche namentlich dann von Werth sein kann, wenn es sich darum handelt, die graphische Ausgleichung, welche bei Messungen dieser Art meist üblich ist, durch ein rein rechnendes Verfahren zu ersetzen. Ob man dagegen in jenem Resultate mehr als eine Interpolationsformel zu sehen hat, das hängt offenbar davon ab, wie weit man die einzelnen Voraussetzungen der Hypothese als zulässig anerkennt. Nun beträgt die Lichtperiode bei Algol $68^h,8$, die Dauer des Lichtwechsels etwa 9^h; daraus folgt sofort, dass die Dimensionen der beiden Kugeln im Vergleiche zu ihrer Distanz sehr ansehnlich sein müssen. Es seien a, b und r die Halbmesser der beiden Kugeln und der Kreisbahn, J die Neigung der Visirlinie gegen die Bahnebene und α die Dauer des Lichtwechsels, ausgedrückt in Theilen der ganzen Periode, dann ist von diesen fünf Grössen jede durch die vier anderen vollständig bestimmt. Sind a, b und α fest, so ändert sich r mit J und wird ein Maximum für $J = 0$, d. h. bei centraler Bedeckung. In diesem Falle ist

$$a + b = r \sin \alpha\pi .$$

Wenn J irgend einen zulässigen Werth annimmt, so wird daher

$$a + b \geqq r \sin \alpha\pi .$$

Mit den von Hrn. Pickering benutzten Daten ist

$$\frac{a}{r} \geqq 0{,}224 = \sin 12°95 \ , \ \frac{b}{r} \geqq 0{,}171 = \sin 9°86 .$$

Der lichte Zwischenraum zwischen beiden Kugeln ist also höchstens 0,605 ihrer Distanz. Wenn nun auch kein Grund vorhanden ist, die Möglichkeit eines solchen Systems zu verneinen, so ist es doch nach allem, was wir über die Gestalt der Himmelskörper und die darauf einwirkenden Umstände wissen, mindestens fraglich, ob bei solcher Annäherung beide Körper noch mit hinreichender Genauigkeit als Kugeln angesehen werden dürfen. Diese Schwierigkeit lässt sich auch nicht durch den von Hrn. Pickering angedeuteten Ausweg umgehen, dass man für den Begleiter einen Meteoritenschwarm von passender Gestalt substituirt. Die einzige

Form, welche ein solcher Schwarm dauernd annehmen kann, ist die eines Ringes mit ungefähr gleichförmiger Vertheilung längs der Bahn. Die Zeit, welche erforderlich ist, einen irgendwie geformten Schwarm zu einem solchen Ringe auszuspinnen, ist nicht nach ihrer absoluten Länge, sondern nach der Zahl der ausgeführten Umläufe zu bemessen. Da die sicher constatirten Algol-Minima circa 12000 Umläufen des Begleiters entsprechen, so müsste die Dicke des Schwarmes gemessen in der Richtung des Radiusvector ausserordentlich klein gegen seine übrigen Dimensionen sein.

Diese Betrachtungen werden genügen, um die Frage nahe zu legen, ob denn in der That die von Hrn. Pickering verfolgte Hypothese die einzige zulässige ist. Es soll nun gezeigt werden, dass die Hypothese einer Axendrehung des variabelen Sternes mindestens den gleichen Grad von Wahrscheinlichkeit beanspruchen darf. Zu dem Ende behandeln wir zunächst folgende Aufgabe. Gegeben ein Fixstern, sphärisch, von ungleichartiger Oberflächenbeschaffenheit, gleichförmig um eine feste Axe rotirend: gesucht die Lichtcurve, d. h. der zeitliche Verlauf seiner Helligkeit für einen sehr weit entfernten Beobachter. Der Kugelradius sei $= 1$, der beständig unsichtbar bleibende Pol P der Drehungsaxe heisse Nordpol; die Lage eines Punktes auf der Kugel sei bestimmt durch die Nordpoldistanz β und die Länge λ, letztere wachsend im Sinne der Drehung von einem willkürlich gewählten, auf der Kugel festen Anfangsmeridiane aus. Die Einheit für die Zeit t sei so gewählt, dass die Lichtperiode oder die Rotationsdauer gleich 2π wird. A sei der Punkt, in welchem der Radius nach dem Beobachter hin die Kugel trifft; wird der Nullpunkt der Zeit so gewählt, dass für $t = 0$ A in den Anfangsmeridian fällt, so ist im Punkte A zur Zeit t $\beta = \frac{\pi}{2} + \varepsilon$, $\lambda = -t$, wo ε den sphärischen Radius der stets unsichtbaren Calotte bedeutet. Die Lichtmenge, welche das Flächenelement $dw = \sin\beta\, d\beta\, d\lambda$ in normaler Richtung während der Zeiteinheit aussendet, sei $h dw$; h ist dann eine bestimmte Function $h(\beta, \lambda)$ von β und λ, abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit oder genauer der Leuchtkraft der einzelnen Stellen. $h(\beta, \lambda)$ soll nun nach Kugelfunctionen entwickelt werden.

Der Kürze wegen werde für den Augenblick x für $\cos\beta$ geschrieben, ferner sei

$$P(m, n, \beta) = \frac{1}{2^m} \frac{(i \sin\beta)^n}{(m+n)!} \frac{d^{m+n}}{dx^{m+n}} (x^2-1)^m,$$

wo n die ganzzahligen Werthe zwischen den Grenzen $\pm m$ annehmen kann, so ist bekanntlich

$$P(m, -n, \beta) = P(m, n, \beta);$$

ferner geht $P(m, n, \beta)$ für $n = 0$ in die einfache Kugelfunction

$$P(m, 0, \beta) = \frac{1}{2^m m!} \frac{d^m}{dx^m} (x^2-1)^m = P_m(x) = P_m(\cos\beta)$$

über. Die Entwicklung von $h(\beta, \lambda)$ nach Kugelfunctionen hat dann die Form

$$h(\beta, \lambda) = \sum_{mn} A_{mn} P(m, n, \beta) e^{in\lambda}, \qquad (I)$$

wo die Summation nach n von $-m$ bis $+m$, nach m von 0 bis ∞ geht, und die A_{mn} von β und λ unabhängig sind.

Das Flächenelement $dw = \sin\beta \, d\beta \, d\lambda$ habe vom Punkte A den Abstand γ, das Azimuth dieses Bogens im Punkte A, gezählt von einer beliebigen Nullrichtung aus, sei μ, dann lässt sich die Lichtmenge, welche dw in das Auge des Beobachters sendet, in der Form

$$f . h(\beta, \lambda) dw$$

schreiben, wo f im allgemeinsten Falle mit γ und μ variiren wird und einerseits von dem Emissionsgesetze, andererseits von der Absorption und Refraction in einer etwaigen Atmosphäre abhängt. Zur Vereinfachung machen wir die folgenden, für den vorliegenden Fall hinreichend allgemeinen Annahmen. Erstens soll das Emissionsgesetz für alle Stellen der Oberfläche dasselbe sein, oder m. a. W. wenn $h(J)$ die Lichtmenge bedeutet, welche dw unter dem Neigungswinkel J gegen die Normale aussendet, so soll für alle Oberflächenelemente der Quotient $h(J) : h(0)$ gleich einer und derselben Function von J sein. Zweitens setzen wir voraus, dass über allen Punkten der Oberfläche die etwa vorhandene Atmosphäre einerlei Anordnung besitze. Letztere Annahme ist offenbar bis zu ungefähr demselben Grade von Annäherung richtig, bis zu welchem man den Stern als Kugel ansehen darf. Unter diesen Voraussetzungen wird f eine Function von γ allein, d. h. von μ unabhängig. Die Form von $f(\gamma)$ braucht hier nicht näher fixirt

zu werden. Hiermit wird die in das Auge des Beobachters gelangende Lichtmenge

$$H = \iint f(\gamma) h(\beta, \lambda)\, dw\,, \qquad \text{(II)}$$

wo die Integration sich über alle dw erstreckt, für die γ zwischen 0 und $\frac{1}{2}\pi + \delta$ liegt, (δ gleich der Horizontalrefraction auf den Sterne). Mit Rücksicht auf (I) geht (II) über in

$$H = \sum_{m\,n} A_{m\,n} \iint f(\gamma) P(m, n, \beta) e^{in\lambda}\, dw\,. \qquad \text{(III)}$$

Zur Ausführung der Integration führen wir statt der Polarcoordinaten β, λ die neuen Coordinaten γ, μ ein. Es handelt sich dann darum, die Kugelfunction

$$P(m, n, \beta) e^{in\lambda}$$

auszudrücken durch γ, μ. Dies lässt sich mit Hülfe bekannter Sätze der Potentialtheorie leicht auf folgende Weise durchführen. Es sei eine Kugel vom Radius 1 irgendwie mit Masse belegt, dann lässt sich das äussere Potential dieser Belegung in der Form

$$\sum_{m\,n} \frac{B_{m\,n}}{r^{m+1}} P(m, n, \beta) e^{in\lambda} \qquad \text{(IV)}$$

darstellen, wo r der Radiusvector ist. Die einzige Bedingung für die Convergenz dieser Reihe besteht darin, dass die Belegung gewissen Grenz- und Stetigkeitsbedingungen genügt, auf die es hier weiter nicht ankommt. Umgekehrt lässt sich jede Reihe von der Form (IV), wenn sie für $r = 1$ noch convergirt, als Potential einer gewissen Belegung jener Kugel darstellen. Führt man nun statt der Polarcoordinaten β, λ die neuen γ, μ ein, welche sich auf einen anderen Pol und Anfangsmeridian beziehen, so hat man für die durch (IV) dargestellte Function die neue Reihenentwicklung

$$\sum_{m\,n} \frac{C_{m\,n}}{r^{m+1}} P(m, n, \gamma) e^{in\mu}, \qquad \text{(V)}$$

wo die $C_{m\,n}$ lineare Functionen der $B_{m\,n}$ sind, deren Coëfficienten von den Bestimmungsstücken abhängen, durch welche das neue Coordinatensystem gegen das ursprüngliche festgelegt wird. Diese Identität von (IV) und (V) gilt auch noch, wenn in (IV) alle B

mit Ausnahme eines einzigen verschwinden. Daraus folgt dann sofort, da r von $\beta, \lambda, \gamma, \mu$ unabhängig ist,

$$P(m,n,\beta)\,e^{in\lambda} = \sum_q G(m,n,q)\,P(m,q,\gamma)\,e^{iq\mu}, \qquad \text{(VI)}$$

d. h. eine Kugelfunction $m$ter Ordnung verwandelt sich durch den Übergang von β, λ zu γ, μ wieder in eine Kugelfunction $m$ter Ordnung. Die G hängen nur von den Grössen ab, die ausser $\beta, \lambda, \gamma, \mu$ in den Gleichungen für die Coordinatentransformation auftreten. In unserem Falle wird für $\gamma = 0$ und ein beliebiges μ $\beta = \frac{1}{2}\pi + \varepsilon$ und $\lambda = -t$, also

$$P(m,n,\tfrac{\pi}{2}+\varepsilon)\,e^{-int} = \sum_q G(m,n,q)\,P(m,q,0)\,e^{iq\mu},$$

oder, da die $P(m,q,0)$ ausser für $q = 0$ verschwinden,

$$P(m,n,\tfrac{\pi}{2}+\varepsilon)\,e^{-int} = G(m,n,0), \qquad \text{(VII)}$$

weil

$$P(m,0,0) = P_m(\cos 0) = 1.$$

Man hat also jetzt

$$H = \sum_{mnq} A_{mn}\,G(m,n,q) \int\int f(\gamma)\,P(m,q,\gamma)\,e^{iq\mu}\,dw,$$

wo $dw = \sin\gamma\,d\gamma\,d\mu$ zu setzen ist. Die Integration geht nach μ über die ganze Peripherie, nach γ von 0 bis $\frac{1}{2}\pi + \delta$. Bei der Integration nach μ verschwinden alle Glieder, in denen q von Null verschieden ist, also

$$H = 2\pi \sum_{mn} A_{mn}\,G(m,n,0) \int f(\gamma)\,P_m(\cos\gamma)\sin\gamma\,d\gamma.$$

Das nach γ genommene Integral werde mit K_m bezeichnet. Die K_m sind offenbar Constanten, welche sich von Stern zu Stern mit dem Gesetze der Emission, Absorption und Refraction ändern, und die im allgemeinen mit wachsendem m gegen Null convergiren, einmal weil P_m mit wachsendem m immer häufiger sein Zeichen wechselt, dann aber auch weil P_m selber gegen Null convergirt für alle γ, für die $m\gamma$ nicht gegen Null convergirt. Mit Rücksicht auf (VII) haben wir also jetzt folgendes Resultat:

Wenn die Leuchtkraft für alle Punkte der Oberfläche durch die Reihe

$$h(\beta,\lambda) = \sum_{mn} A_{mn}\,P(m,n,\beta)\,e^{in\lambda} \qquad \text{(I)}$$

dargestellt ist, so erhält man für die scheinbare Helligkeit des Sternes den Ausdruck

$$\left.\begin{aligned} H &= 2\pi \sum_{m,s} A_{m,s} P(m, s, \tfrac{\pi}{2}+\varepsilon) e^{-sit} K_m , \\ \text{wo} \qquad K_m &= \int_0^{\frac{\pi}{2}+\delta} f(\gamma) P_m(\cos\gamma) \sin\gamma \, d\gamma . \end{aligned}\right\} \quad \text{(VIII)}$$

Damit ist die Aufgabe gelöst, die Lichtcurve zu finden, wenn die Helligkeitsvertheilung und die Lage der Rotationsaxe gegeben ist. Die Gleichung der Lichtcurve lässt sich auch schreiben in der Form

$$H = \sum_s H_s e^{-sit}, \qquad \text{(IX)}$$

wo

$$H_s = 2\pi \sum_m A_{m,s} P(m, s, \tfrac{\pi}{2}+\varepsilon) K_m ; \qquad \text{(X)}$$

die Summation geht in (IX) von $s = -\infty$ bis $s = \infty$, in (X) von $m = \pm s$ bis $m = \infty$, je nachdem $s \gtrless 0$.

Ehe wir die umgekehrte Aufgabe behandeln, ist es nöthig, einige Bemerkungen über den ungefähren Betrag der Factoren vorauszuschicken, mit denen in (X) die $A_{m,s}$ multiplicirt sind. Wir machen zu dem Ende die Annahme $f(\gamma) = \cos\gamma$, $\delta = 0$, also Emission nach dem Cosinusgesetze und keine Atmosphäre. Dann wird

$$K_m = \int_0^1 x P_m(x) dx = \frac{1}{2^m m!} \int_0^1 x \frac{d^m (x^2-1)^m}{dx^m} dx$$

$$= \frac{1}{2^m m!} \left[x \frac{d^{m-1}(x^2-1)^m}{dx^{m-1}} \right]_0^1 - \frac{1}{2^m m!} \left[\frac{d^{m-2}(x^2-1)^m}{dx^{m-2}} \right]_0^1 ,$$

also $(m > 0)$

$$K_{2m} = -\frac{(2m-2)!(-1)^m}{4^m (m+1)!(m-1)!} , \quad K_{2m+1} = 0.$$

Für $m = 0$ ist dagegen

$$K_0 = \tfrac{1}{2} \quad , \quad K_1 = \tfrac{1}{3} .$$

Hieraus folgt, dass im allgemeinen Falle die K mit ungeradem Index von K_3 an sehr klein ausfallen, ausgenommen, wenn Absorption und Refraction sehr beträchtlich sind, oder wenn das Gesetz für die Emission stark von dem Cosinusgesetze abweicht. Andererseits

lässt sich zeigen, dass unter den K_m unendlich viele vorkommen, die $\gtrless 0$ sind. Die Function $f(\gamma)$ ist zunächst nur für das Intervall 0 bis $\frac{1}{2}\pi + \delta$ definirt und verschwindet für den letzteren Werth von γ, denn die Lichtmenge, welche der Beobachter von dem Rande der für ihn sichtbaren Calotte empfängt, ist gleich Null. Setzen wir nun fest, dass $f(\gamma)$ für das Intervall von $\frac{1}{2}\pi + \delta$ bis π beständig gleich Null sein soll, so lässt sich die so für das ganze Intervall 0 bis π definirte Function $f(\gamma)$ nach Kugelfunctionen entwickeln in der Form

$$f(\gamma) = \sum_q f_q P_q(\cos\gamma) ,$$

wo

$$f_q = \frac{2q+1}{2}\int_0^\pi f(\gamma) P_q(\cos\gamma)\sin\gamma\, d\gamma ,$$

also

$$f_q = \frac{2q+1}{2} K_q ,$$

und

$$f(\gamma) = \sum_q \frac{2q+1}{2} K_q P_q(\cos\gamma).$$

Wenn nun nur eine endliche Anzahl der K_q von Null verschieden wäre, so würde sich $f(\gamma)$ wegen dieser Darstellung als eine ganze rationale Function von $\cos\gamma$ ergeben, die nicht für alle Werthe in dem Intervall $\frac{1}{2}\pi + \delta$ bis π verschwinden kann, es sei denn, dass sie identisch verschwindet. Die Anzahl der von Null verschiedenen K_q ist also unendlich gross.

Ferner sind die Wurzeln der Gleichung

$$P(m, n, \beta) = 0 \qquad \text{(XI)}$$

für alle vorkommenden Werthe von m und n reell und liegen in dem Intervall 0 bis π. Es werden also in (X) für jedes ε unter den $P(m, n, \frac{1}{2}\pi + \varepsilon)$ solche vorkommen, die entweder verschwinden oder doch sehr klein sind. Andererseits ist die Anzahl der Wurzeln von (XI), wenn man von der Wurzeln $\beta = 0$ und $\beta = \pi$ absieht, gleich $m - n$. Es wird also, so lange m kleiner bleibt als eine beliebige endliche Zahl g, immer unendlich viele Werthe von ε geben, für welche keines der $P(m, n, \frac{\pi}{2} + \varepsilon)$ verschwindet.

Diese Bemerkungen waren erforderlich, um gewissen Einwendungen gegen die späteren Schlüsse zu begegnen. Die Lösung der

umgekehrten Aufgabe, zu der Lichtcurve die Helligkeitsfunction zu finden, ist in den Gleichungen (I) und (VIII) bis (X) enthalte Man könnte nun versucht sein, hierbei in folgender Weise zu ve fahren. Die Lichtcurve, d. h. H als periodische und stetige Functi von t ist gegeben; man entwickelt H in die Reihe

$$H = \Sigma H_n e^{-int}, \qquad \text{(IX)}$$

womit die H_n gegeben sind; man macht über die Werthe von und ε, sowie über die Form von $f(\gamma)$ irgend eine zulässige Hy pothese, bildet die K_m und setzt die Gleichungen

$$H_n = 2\pi \sum_m A_{mn} P(m, n, \tfrac{\pi}{2} + \varepsilon) K_m \qquad \text{(X)}$$

an; man sucht zu jedem n irgend ein Werthsystem der A_{mn}, wel ches die entsprechende Gleichung (X) befriedigt, und bildet endlic mit allen diesen A_{mn} die Helligkeitsfunction

$$h(\beta, \lambda) = \sum_{mn} A_{mn} P(m, n, \beta) e^{in\lambda}. \qquad \text{(I)}$$

Dieses Verfahren unterliegt jedoch zwei Bedenken. Einerseits is nämlich die Möglichkeit denkbar, dass bei im voraus fixirte Werthen von ε, δ und $f(\gamma)$ in einer der Gleichungen (X) sämmt liche Factoren PK rechts verschwinden, während das gegebene H_n links von Null verschieden ist — ein Fall, der offenbar eine Widerspruch involvirt, und z. B. bei der Annahme $\delta = \varepsilon = 0$ $f(\gamma) = \cos\gamma$ eintreten kann. Andererseits ist es fraglich, ob die mit den gefundenen A_{mn} gebildete Reihe für $h(\beta, \lambda)$ auch immer convergirt. Man müsste daher die Aufgabe vielmehr so stellen: wie sind die Grössen δ, ε und $f(\gamma)$ zu wählen, damit man zu gegebenen H_n aus den Gleichungen (X) ein Werthsystem der A_{mn} finden könne, für welches die Reihe (I) convergirt. Ich habe die Lösung dieser, wie es scheint, keineswegs leichten Aufgabe nicht weiter versucht, denn der Umstand, dass es sich immer nur um beobachtete Helligkeiten handelt, gestattet jene Schwierigkeit in einfacher Weise zu umgehen, und zwar mittelst folgender Überlegungen.

Die Lichtcurve sei stetig und periodisch; sie sei durch Beobachtungen gegeben, d. h. man kenne für gewisse Werthe von t in dem Intervall $\pm\pi$ die zugehörigen Werthe von H, ausgedrückt in einer beliebigen Einheit. Mit diesen Daten berechne man auf irgend eine Weise eine Helligkeitstafel — Argument t, Function H —

in so engen **Intervallen**, dass beim Interpoliren die ersten Differenzen allein **ausreichen**. Man construire mit t und H als rechtwinkligen **Coordinaten** die Punkte, welche den direct in der Tafel enthaltenen **Werthepaaren** $(t\,H)$ entsprechen, und verbinde je zwei auf einander **folgende** Punkte durch eine Gerade, dann stellt die so entstandene **gebrochene** Linie den Verlauf der Lichtcurve mit derselben **Genauigkeit** dar, wie jene Tafel. Für die Werthe von t ausserhalb des Intervalles $\pm\pi$ ist diese gebrochene Linie einfach zu wiederholen; der ganze unendliche Linienzug bildet dann, da

$$H(-\pi) = H(\pi)\,,$$

eine stetige und periodische Curve, die wir als eine die Beobachtungen vollständig repräsentirende Lichtcurve ansehen dürfen. Die Gleichung derselben lässt sich in der Gestalt

$$H = \sum_{-\infty}^{\infty} H_n e^{-int} \qquad \text{(XII)}$$

schreiben, wo die H_n ohne Schwierigkeit in Form endlicher Reihen dargestellt werden können. Indessen kommt es hier darauf nicht an, sondern nur darauf, dass die Reihe (XII) wegen der Stetigkeit von H zu den sogenannten gleichmässig convergirenden Reihen gehört[1]). Diese Eigenschaft besagt nun, dass man, wenn

$$\sum_{-s}^{s} H_n e^{-int} = H'$$

gesetzt wird, durch Wahl eines und desselben endlichen s für alle Werthe von t den Betrag des vernachlässigten Restes $H - H'$ unter eine beliebig kleine, vorgeschriebene Grenze herabdrücken kann. Man kann also z. B. bewirken, dass für alle t die Grösse $H - H'$ kleiner bleibt, als die Unsicherheit der letzten in der Helligkeitstafel noch mitgenommenen Decimale. Wie gross s zu dem Ende zu wählen ist, d. h. wie viele Glieder man von der Reihe (XII) mitzunehmen hat, ob etliche Tausende oder etliche Millionen, das ist hier gleichgültig; wesentlich ist nur, dass man den beabsichtigten Zweck für alle t mit einer und derselben angebbaren und endlichen Gliederzahl erreicht. Nachdem s in irgend einer Weise fixirt ist, verfüge man über δ und $f(\gamma)$ mittelst irgend einer plau-

---

[1]) Vgl. z. B. **Heine**, Handbuch der Kugelfunctionen, 2. Aufl. I S. 53 ff.

sibelen Annahme und ermittele die K_m. Dann setze man die Helligkeitsfunction

$$h'(\beta, \lambda) = \sum_{mn} A_{mn} P(m, n, \beta) e^{in\lambda} \qquad \text{(XIII)}$$

an, deren Coëfficienten folgenden Bedingungen unterworfen werden. Erstlich sollen alle A_{mn} gleich Null sein, in denen n seinem Zahlenwerthe nach grösser als s ist. Zweitens schreibe man für die Indices $n = -s$ bis $n = s$ die $2s + 1$ Gleichungen

$$H_n = 2\pi \sum_m A_{mn} P(m, n, \tfrac{\pi}{2} + \varepsilon) K_m \qquad \text{(XIV)}$$

hin und setze hierin alle A_{mn} gleich Null, deren Index m grösser ist als eine bestimmte endliche Zahl $r > s$, welche so gross gewählt wird, dass in der Reihe

$$K_s \; K_{s+1} \; \ldots\ldots \; K_r$$

wenigstens ein von Null verschiedenes Glied vorkommt. Dies ist nach dem Früheren immer möglich. Drittens wählt man ε so, dass in jeder der Gleichungen (XIV) auf der rechten Seite unter den noch übrig gebliebenen Gliedern wenigstens eines vorkommt, in welchem der Factor PK nicht verschwindet. Dies ist nach dem Früheren ebenfalls immer möglich, und zwar auf unendlich viele Arten, denn die Anzahl aller ε, für welche irgend eines der übriggebliebenen P verschwindet, ist eine endliche. Viertens endlich wähle man die noch disponiblen A_{mn} so, dass die Gleichungen (XIV) befriedigt werden, und dass die Summe der Reihe (XIII) reell wird. Dies ist wiederum auf unendlich viele Weisen möglich.

Wenn die A_{mn} auf die vorstehend angegebene Art bestimmt werden, so enthält die Reihe (XIII) nur eine endliche Anzahl von Gliedern. Bildet man nun rückwärts aus diesem Ausdrucke für die Helligkeitsfunction $h'(\beta, \lambda)$ die scheinbare Helligkeit, so erhält man für letztere offenbar den Ausdruck H', und man kann jetzt folgenden Satz aussprechen: Es ist immer, und zwar auf unendlich viele Weisen möglich, die Bestimmungsstücke $\varepsilon, \delta, f(\gamma)$ und $h(\beta, \lambda)$ so zu wählen, dass die resultirende Helligkeitscurve sich innerhalb vorgeschriebener, beliebig enger Grenzen einer beobachteten, stetigen und periodischen Lichtcurve anschliesst. So lange also keine andere Wahrnehmung vorliegt, als die eines regelmässigen, periodischen Lichtwechsels, ist die Hypothese einer Axendrehung, ver-

bunden mit ungleicher Vertheilung der Leuchtkraft die einfachste unter allen denen, welche den numerischen Verlauf des Lichtwechsels erschöpfend zu erklären im Stande sind. Man wird also berechtigt sein, bei dieser Hypothese so lange stehen zu bleiben, als nicht besondere Eigenthümlichkeiten des Lichtwechsels oder Beobachtungen ganz anderer Art dagegen sprechen. Ersteres würde z. B. bei den Sternen vom Algoltypus eintreten, wenn die Dauer des eigentlichen Lichtwechsels nur einen ganz kleinen Bruchtheil der Lichtperiode betrüge, denn dann liegt die Annahme eines umlaufenden Begleiters vor der Hand ebenso nahe, als die hier untersuchte Hypothese. Der Fall, wo die aus H herzuleitenden Vertheilungen der Leuchtkraft sämmtlich wegen physikalischer oder anderer Gründe unwahrscheinlich werden, und wo man deshalb die Hypothese einer Axendrehung verwerfen muss, ist einstweilen kaum zu fürchten, und zwar wegen des grossen Spielraumes in der Wahl der Grössen ε, δ, f und h'. Die Mannigfaltigkeit der in jedem einzelnen Falle sich ergebenden Vertheilungen der Helligkeit auf der Oberfläche des Sternes ist eine so grosse, dass die Unzulässigkeit aller nur wenig wahrscheinlich ist. Es wird genügen, an einem fingirten Beispiele zu erläutern, wie eine Änderung von $f(\gamma)$ den Typus des Lichtwechsels total umwandeln kann. Es sei $\varepsilon = 0$, d. h. die Axe zur Visirlinie normal, ferner $\delta = 0$, $f = \cos\gamma$, dann zeigt ein Blick auf die früheren Relationen, dass alle H_n mit ungeradem Index verschwinden, ausgenommen für $n = \pm 1$. Daraus folgt, wenn a und b Constanten sind, die Relation

$$H(t+\pi) - H(t) = a\sin t + b\cos t,$$

welche für Algol sicher nicht erfüllt ist. Denken wir uns nun denselben Stern mit einer stark absorbirenden Atmosphäre umgeben, welche nach dem Rande zu eine starke Lichtabschwächung verursacht, so wirkt diese ungefähr so wie eine Blende, welche von der Sternscheibe nur den centralen Theil freilässt. Die Vertheilung der Leuchtkraft ausserhalb einer Äquatorialzone von gewisser Breite ist dann ohne merklichen Einfluss auf die scheinbare Helligkeit, und es genügt die Annahme eines dunkelen Fleckes in dieser Zone, um einen Lichtwechsel hervorzurufen, der sich dem Algoltypus anschliesst.

Die früheren Entwickelungen bleiben auch noch bestehen, wenn die Coëfficienten A_{mn} nicht Constanten, sondern irgend welche

Functionen der Zeit sind. Daraus folgt, dass die hier besprochene Hypothese auch im Stande ist, in ungezwungener Weise Abweichungen des Lichtwechsels von einem regelmässigen, periodischen Verlaufe zu erklären, einerlei ob dieselben unregelmässiger oder systematischer Art sind. Zum Schlusse ist es vielleicht nicht überflüssig hervorzuheben, dass die vorstehende Untersuchung nur den Zweck haben konnte, die Grenzen zu fixiren, innerhalb deren man befugt ist die Annahme einer Axendrehung, sei es als bevorzugte, sei es als mit anderen gleich berechtigte Hypothese zur Erklärung der veränderlichen Sterne heranzuziehen. Wenn es sich dagegen um die numerische Ausgleichung eines gegebenen Beobachtungsmateriales handelt, so kann man mit Leichtigkeit vollkommen ausreichende interpolatorische Darstellungen finden, welche von den Hypothesen über die Ursache des Lichtwechsels ganz unabhängig sind.

20. Januar. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Weber las über neue Erwerbungen der Königl. Bibliothek an indischen Handschriften.

Hr. Schwendener überreichte folgende Abhandlung des Hrn. Dr. Max Westermaier:

Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems.

Es ist ohne Weiteres ersichtlich, dass die Eröffnung eines neuen Forschungsgebietes durch eine bahnbrechende Arbeit nicht nothwendig zusammenfällt mit der erschöpfenden Behandlung aller einschlägigen Thatsachen. Das bahnbrechende Moment einer Arbeit liegt vielmehr gerade in der Vertiefung in möglichst wenige Punkte von principieller Bedeutung. Der Erschliessung eines neuen Gebietes wird dem natürlichen Entwickelungsgang einer Disciplin zufolge ein Arbeiten in die Breite folgen müssen. Je vielseitiger und fruchtbarer das eröffnete Gebiet, um so anregender dürfte das Suchen auf der neuen Bahn sein, um so leichter vielleicht auch die Auffindung kleiner Seitenlinien, welche bei dem ersten Durchbruch unbeachtet blieben.

In der Anatomie der Pflanzen hat nun bekanntlich das Buch Schwendener's über „das mechanische Princip" ein neues Feld eröffnet. Allerdings ist in dem genannten Werke neben der eingehenden Behandlung der theoretischen Grundlage zugleich das Resultat einer gründlichen Durchforschung reichlichen Materials gegeben; jedoch drängt sich die Einsicht, dass dieses vor Kurzem erschlossene Gebiet ein fruchtbares auch jetzt noch ist, bei einiger Beschäftigung mit demselben unwillkürlich auf.

Die Anwendung der Schwendener'schen Ideen bei der physiologischen Deutung äusserer und innerer Formverhältnisse oder, wie man zu sagen pflegt, morphologischer und anatomischer Eigenthümlichkeiten, wird sicher noch manches bisher unverstandene Organ oder Gewebe seiner Function nach deuten lehren. Vielleicht bin ich im Stande, durch die nachfolgenden Mittheilungen einen kleinen Beitrag in dieser Richtung zu liefern.

I.

Ein neues Organ zum Schutz des intercalaren Längenwachsthums.

Die Arten der Gattung *Armeria* besitzen bekanntlich unter der köpfchenförmigen Inflorescenz eine oben geschlossene, unten zerschlitzte Scheide. Die physiologische Deutung dieses Organs soll im Folgenden versucht und näher begründet werden.

Die äusseren Hüllblätter des Köpfchens sind mit abwärts gerichteten Fortsätzen versehen, welche den oberen Theil des Blüthenschaftes röhrenartig umhüllen. Die Function dieses Organs ist nun, wie gezeigt werden soll, wesentlich dieselbe wie diejenige der Scheiden bei den Equiseten, Gramineen und manchen Dicotylen; es dient nämlich zum Schutz des intercalaren Aufbaues.

Ist diese Deutung richtig, dann muss vor Allem die anatomische Structur der Scheide dieselbe geeignet machen, für schwächere Theile des umhüllten Schaftes das mechanische Gerüst, in diesem Fall also das biegungsfeste System, zu liefern. An diese erste Forderung muss sich die zweite reihen, dass die Scheide, ihre Biegungsfestigkeit vorausgesetzt, regelmässig über der schwächsten, d. h. über der cambialen Region des Schaftes sich befinde, mit anderen Worten: der Schaft muss innerhalb der Scheide wachsen. Was den wachsenden Theil des Schaftes selbst betrifft, so muss drittens seine Schwäche sich dadurch kundgeben, dass er, auf irgend eine Weise der Scheide beraubt, sich nicht aufrecht zu erhalten vermag. Viertens wird die Entwicklung der Scheide dem Längenwachsthum des Schaftes vorausgehen müssen; es ist dies einer der wesentlichsten Punkte zur Begründung der obigen Behauptung. Die der Scheide zugeschriebene Function wird nämlich auch dadurch klar hervortreten müssen, dass eine ausgebildete Scheide bereits den jüngsten Pflänzchen zukommt. Eine weitere Bestätigung für die richtige Deutung des in Rede stehenden Organs werden wir noch in seiner Veränderung nach beendigter Function finden. — Als Material für die genaueren Untersuchungen diente *Armeria vulgaris* Willd.; ausserdem untersuchte ich die Arten *plantaginea, alpina, maritima, scorzonerifolia.*

1. Aus dem normalen anatomischen Bau des fraglichen Organs geht seine mechanische Leistungsfähigkeit unzweifelhaft hervor, und ich füge hinzu, die Hauptfunction desselben ist die mechanische; daneben dient es assimilatorischen Zwecken.

Dass die Scheide wirklich eine feste Röhre darstellt, welche es ermöglicht, dass innerhalb derselben das gesammte Gewebe des Stammes längere Zeit in bildungsfähigem Zustande verharrt, geht sowohl aus dem Vorhandensein, als insbesondere aus der Lagerung der typisch mechanischen Zellen hervor. Dieselben sind prosenchymatisch und mit linksläufigen spaltenförmigen Poren versehen. Zwischen extremen Fällen reichlicher und spärlicher Ausstattung der Scheide mit Bastzellen liegen zahlreiche intermediäre Abstufungen. Ungefähr gleich weit von der äusseren und inneren Epidermis der Scheide entfernt verlaufen ziemlich viele kleine Leitbündel. Die Bastzellen bilden nun nicht, wie dies bekanntlich so häufig der Fall ist, aussen- und innenseitige Belege an den Leitbündeln, sondern sie sind vorzugsweise zwischen die Gefässbündel gelagert, und zwar so entschieden, dass das Princip, welches ihre Anordnung beherrscht, unverkennbar ist, nämlich die Herstellung einer Ringlage. Auch bei spärlich vorhandenen Bastzellen ist dieses Princip der tangentialen Vertheilung nicht zu übersehen. Bastzellgruppen, Mestombündel und dichtes Parenchym bilden mit einander einen festen mittleren Theil der Scheide, während der äussere und innere Theil von grünem, oft ziemlich schwammigem Gewebe eingenommen ist. Die Wanddicke des durch die Scheide dargestellten Hohlcylinders nimmt regelmässig von unten nach oben zu; dagegen ist die Continuität der Stereïdenringlage unten gewöhnlich eine vollständigere, als im oberen Theil der Scheide. Während in der oberen Region, deren Wanddicke hier etwa das Dreifache der Dicke des unteren Scheidentheils beträgt, manchmal eine auffallende Armuth an Bastzellen zu beobachten ist, zeigt die untere, dünnere Partie des Organs dieses spärliche Vorkommen von mechanischen Zellen selten oder nie. Übrigens giebt es Fälle, in welchen auch bei beträchtlicher Wanddicke die Bastzellen so reichlich vorhanden sind, dass stellenweise bis sechs Bastzellen radial hinter einander liegen. In Betreff des sonstigen anatomischen Charakters der Scheide ist noch erwähnenswerth, dass dieselbe aussen und innen Spaltöffnungen besitzt nebst eigenthümlichen Drüsen; letztere sind auf der Innenseite zahlreicher, erstere auf der Aussenseite. Auch mit Rücksicht auf die vorkommenden Abstufungen bezüglich der Ausstattung der Scheide mit mechanischen Zellen stehe ich nicht an, an der Hand zahlreicher untersuchter Fälle aus dem anatomischen Bau des fraglichen Organs die Fähigkeit desselben abzuleiten,

das fehlende Skelet der von ihm umhüllten (cambialen) Stamm region zu ersetzen. (Vgl. die Figuren 1, 5, 6 auf Tafel I.)

2. Umgiebt nun die Scheide regelmässig die noch wachsende un somit schwächste Zone der Inflorescenzachse? Diese Frage ist ent schieden zu bejahen. Der innerhalb der Scheide befindliche Thei ist wirklich der intercalar wachsende. Vergleicht man nämlich de Zustand des Hautgewebes und der Spaltöffnungen, soweit Beide vom oberen Theil der Scheide bedeckt ist, mit dem Zustand diese Gewebe in einer wenig tiefer gelegenen Partie des Schaftes, so er giebt sich Folgendes. Zunächst unter der Inflorescenz sind di Epidermiszellen des Schaftes an bereits blühenden Exemplaren vo 42 cm Höhe, sowie an viel jüngeren, mit noch geschlossenem Köpf chen und von einer Höhe von ca. 12 cm, in lebhafter Theilung be griffen. Die Epidermiszellen des Schaftes sind hier ungefähr drei Mal so breit als lang, die Spaltöffnungen werden eben angelegt. Die Fig. 7 auf Taf. I zeigt den eben geschilderten Zustand. In der Richtung des Pfeils verläuft die Längsachse des Schaftes. Abwärts verfolgt gewährt das oberflächliche Gewebe des Schaftes ein wesentlich anderes Bild, und zwar an dem von der Scheide noch bedeckten Theil. Die Epidermiszellen sind theils isodiametrisch, theils schon länger als breit, die Stomata fertig gebildet. Übereinstimmend hiermit ist der Zustand der inneren Gewebe, insbesondere des künftigen Skeletringes. Dieser zeigte z. B. an einem jungen, 15 cm hohen Exemplar von *Armeria elongata* 4 — 5 cm vom unteren Ende der Scheide abwärts annähernd das Bild unserer Fig. 3 (Taf. I). Dicht unterhalb der Scheide, also nicht mehr von ihr bedeckt, gewährt der mechanische Ring etwa das Aussehen von Fig. 2 (Taf. I). Denkt man sich das in der letztgenannten Figur dargestellte Gewebe noch etwas zarter, so erhält man eine Vorstellung von dem Zustande des Skeletringes in der von der Scheide vollständig umhüllten Schaftregion. In Fig. 4 auf Taf. I sehen wir eine Skizze des Querschnittes durch die Mitte eines Schaftes mit entwickeltem Bastring.

Aus dem Mitgetheilten geht bereits hervor, dass eine biegungsfeste Röhre in verschiedenen Alterszuständen den schwächsten Schaftheil umgiebt. Übrigens verräth sich die Lage der schwächsten Stelle des Schaftes dicht unterhalb des Köpfchens bei einem höchst einfachen Versuch, der an frischen Pflanzen sofort ausgeführt werden kann. Fasst man nämlich das Köpfchen mit der

einen und den von der Scheide nicht mehr bedeckten Schafttheil mit der anderen Hand, so erfolgt beim Ziehen das Zerreissen des Schaftes dicht unterhalb des Köpfchens. Wird nicht bloss die Inflorescenz, sondern auch noch die unmittelbar unter ihr befindliche Schaftpartie mit den Fingern der einen Hand festgeklemmt, und, wie vorhin an dem nicht mehr umhüllten Theil gezogen, so liegt die Rissstelle des Schaftes nicht allenfalls in der von der Scheide bereits nicht mehr eingehüllten, sondern in der von ihr noch bedeckten Region. Diese Versuche zeigen, dass die schwächste Stelle des ganzen Schaftes sich innerhalb der Scheide und diejenige des von der Scheide umhüllten Theils in der dem Köpfchen zunächst gelegenen Schaftregion befindet.

3. Gelegentliche Beobachtungen in der freien Natur demonstriren zudem die mechanische Hülfsbedürftigkeit der geschützten Stelle und die Function der Vagina in directer Weise. Wächst nämlich hin und wieder ein Exemplar sehr schnell in die Länge, so schnell, dass auch noch eine sehr schwache Stelle dem Schutze der Scheide entflieht, so erfolgt ein Einknicken des Stengels an eben dieser Stelle, also da, wo die Scheide zerfranst ist. Solche Exemplare findet man manchmal im Freien. Wächst dann ein eingeknickter Schaft noch weiter, so wird er sich allmälig durch geotropische Aufwärtskrümmung wieder zur senkrechten Stellung erheben; ein kleines Stück des Schaftes aber bleibt in ungefähr horizontaler Lage und verholzt. In dieser Weise deute ich die nicht seltenen Fälle, in welchen ausgebildete, verholzte Schäfte nicht senkrecht in die Höhe steigen, sondern plötzlich eine kleine Strecke weit horizontal verlaufen, um sich mit dem obersten Theil wieder senkrecht nach oben fortzusetzen.

4. Selbstverständlich würde meine Deutung der Function der Scheide trotz der angeführten Thatsachen eine zweifelhafte werden, wenn dieses Organ, welches das intercalare Längenwachsthum schützen soll, in einem beliebigen Zeitpunkt zur Entwicklung käme. Würde z. B. eine Armeriapflanze das in Rede stehende Organ erst in jener Zeit entwickeln, in welcher das Längenwachsthum des Schaftes schon nahezu abgeschlossen ist, vielleicht unmittelbar vor der Entfaltung der Inflorescenz, so könnte von der genannten Function keine Rede sein. Dem ist jedoch nicht so. Die Scheide ist fertig gebildet, bevor überhaupt ein nennenswerthes Längenwachsthum beginnt. An den ausserordentlich niedrigen, zwischen

den Blättern versteckten Schäften, deren Köpfchen sich natürlich noch im Knospenzustande befindet, ist sie schon ausgebildet. Die Figuren 5 und 6 auf Taf. I zeigen den Zustand der Scheide eines Pflänzchens, dessen Schafthöhe 3,5 ^{cm} beträgt. Die Scheide war 1,5 ^{cm} lang, bedeckte also fast den halben Schaft. Das Vorhandensein und die Anordnung der mechanischen Elemente auf dem mitten durch die Scheide geführten Querschnitt, wie dies Fig. 5 (Taf. I) skizzenhaft zeigt (während die Fig. 6 Taf. I vom unteren Scheidentheil ein anatomisches Bild gewährt), rechtfertigen ohne Weiteres die Behauptung, dass das zum Schutz des intercalaren Längenwachsthums dienliche Organ nicht allenfalls erst im Verlaufe des Längenwachsthums sich entwickelt, sondern vor Beginn desselben fertig und functionsfähig ist.

Der verschiedene Zustand der Vagina während und nach der Function bestätigt die im Obigen gegebene Auffassung. Während des intercalaren Längenwachsthums, nämlich bei allen jenen Exemplaren, deren Inflorescenzen noch den Knospenzustand zur Schau tragen, ist die von der Scheide gebildete Röhre grün und erst an ihrem untersten Ende gefranst und zerschlitzt; an ausgewachsenen (blühenden oder Frucht tragenden) Pflanzen dagegen findet man die Scheide bekanntlich vertrocknet, zerbrechlich, von bräunlicher Farbe und manchmal bis oben zerschlitzt, somit als ein werthloses Anhängsel. Auf diese Unbrauchbarkeit des Organs nach vollendeter Function sei schliesslich noch hingewiesen.

Die besprochene Erscheinung reiht sich in physiologischer Beziehung an die bekannten Schutzmittel für den intercalaren Aufbau an. Neu ist sie jedoch in morphologischer Hinsicht, indem hier ein Fall vorliegt, in welchem durch eine abwärts sich erstreckende Röhre ein mit seinem oberen Theil intercalar wachsendes Organ geschützt wird, während bei den Gräsern, Equiseten und manchen Dicotylen das umgekehrte Verhältniss Statt hat. Dort wachsen die Internodien in ihrem Basaltheil, das schützende Organ erstreckt sich von unten nach oben. Verschiedenheiten bezüglich der Vertheilung des intercalaren Längenwachsthums auf die einzelnen Internodien einer Pflanze finden sich schon in der Reihe der bekannten Fälle. Bei den Equiseten besitzen alle Internodien die Fähigkeit, an ihrer Basis längere Zeit in die Länge zu wachsen. Bei manchen Gramineen dagegen (*Molinia coerulea*) ist das unmittelbar unter der Rispe befindliche Internodium das in besonders hohem Grade

intercalar wachsende, und bei manchen *Carices* ist es jenes Internodium, dessen Basis in der halb unterirdischen Scheide steckt.

Auf die immerhin aufzuwerfende Frage, warum gerade der Gattung *Armeria* eine solche Einrichtung nöthig sei, glaube ich für's Erste auf die im Verhältniss zum Durchmesser des Schaftes (1,5 —2^{mm}) beträchtliche Höhe — in extremen Fällen ca. 60^{cm} — hinweisen zu müssen. Anderseits ist der natürliche Standort dieser Pflanze sicherlich als ein freier und ungeschützter, dem Winde ausgesetzter zu bezeichnen. Sie ist nicht etwa von üppigem Graswuchs umgeben, sondern von einer niedrigen, kümmerlichen, dem sandigen Terrain entsprechenden Vegetation.

Übrigens finden sich, wie wir sogleich sehen werden, in der Natur noch analoge Erscheinungen, denen dieselbe physiologische Bedeutung zukommt. Doch wird in dem nun zu erörternden Falle dasselbe Ziel, nämlich der Schutz des intercalaren Längenwachsthums eines Organs, welches in seiner oberen Region sich streckt, auf ganz anderem Wege erreicht.

II.

Vergrösserung des Durchmessers biegungsfester Organe als Schutzmittel für den intercalaren Aufbau.

Aus der Anforderung, welche an eine biegungsfeste Construction zu stellen ist, dass sie nämlich ein Träger von gleichem Widerstande sei, folgt unmittelbar bei Anwendung von gleichem Material für die festen Constructionstheile eine Abnahme des Durchmessers aufrechter Organe nach oben.

Diesem Gesetz der „Festigkeitsabnahme des mechanischen Systems in akropetaler Richtung" widersprechen auf den ersten Anblick die Blüthenschäfte mancher Compositen, die Internodien mancher anderer Gewächse, welche nach oben an Dicke zunehmen. Dieser Widerspruch ist jedoch nur ein scheinbarer. Er findet seine Lösung, sobald der Modus des intercalaren Aufbaus dieser Organe in Erwägung gezogen wird.

Es steht von vornherein, ohne alle Rücksicht auf wirklich vorkommende Fälle, fest, dass ein Organ, welches in einem oberen Theil intercalar in die Länge wächst, der wachsenden Region nicht blos durch Umhüllung derselben mit scheidenartigen Organen

Schutz vor Einknicken gewähren kann, sondern auch dadurch, dass die in der wachsenden Partie zwar vorhandenen, aber schwächeren mechanischen Elemente einen grösseren Abstand von der im Centrum eines cylindrischen Organs liegenden neutralen Axe gewinnen. bleiben die Dimensionen der ausserhalb des mechanischen Systems gelegenen Gewebe (Rinde) ungefähr dieselben, so ist mit dem Hinausrücken der mechanischen Elemente an die Peripherie nothwendig eine Vergrösserung des Organdurchmessers verbunden. Findet dieser Vorgang, nämlich Längenwachsthum in einer oberen unter der Spitze gelegenen Region, verbunden mit Steigerung des Organdurchmessers, längere Zeit hindurch Statt, so ist das schliessliche Resultat eines solchen Wachsthumprocesses ein nach unten sich verjüngendes Organ.

Die Natur liefert uns nun in der That einige exquisite Beispiele eines solchen Schutzes des intercalaren Längenwachsthums.

Bei *Arnoseris minima* ist der Durchmesser des Blüthenschaftes an manchen Exemplaren unmittelbar unter dem Köpfchen sechsmal so gross als an der Basis des Schaftes. Aus dem Zustand der oberflächlichen wie der inneren Gewebe in dem obersten schon verdickten Theil der noch mit Knospen versehenen Blüthenschäfte geht mit Evidenz hervor, dass diese Region des Schaftes die vorzugsweise intercalar wachsende ist. An dem verdickten Theil, ganz nahe dem Köpfchen, liegt nämlich eine Zone, in welcher Spaltöffnungen angelegt werden, und die Epidermiszellen zum Theil breiter als lang sind. In der Mitte desselben Schaftes dagegen sind die Spaltöffnungen fertig gebildet, die Epidermiszellen stark gestreckt, beträchtlich länger als breit.

Beachtenswerth ist namentlich der Zustand des mechanischen Ringes in der wachsenden Region, die sich, wie gesagt, durch grösseren Durchmesser auszeichnet. Vergleicht man die mechanischen Elemente an der Basis, in der Mitte und in der obersten Region des Schaftes, und zwar an einem Exemplar, dessen Köpfchen sich noch im Knospenzustande befindet, so ergiebt sich ein wesentlicher Unterschied in der Structur dieser Elemente. Zu unterst, in der Nähe der Blattrosette, liegt ein typischer Bastring vor, dessen prosenchymatische, mit den bekannten schiefen, spaltenförmigen Poren versehene Zellen sehr starke Wandverdickungen aufweisen. In der Mitte des Organs sind die Wandverdickungen derselben Elemente entschieden weniger stark,

loch immerhin beträchtlich. Unterhalb des Köpfchens aber besitzt der Ring auf den ersten Blick ganz und gar das Gepräge eines in Wachsthum begriffenen mechanischen Gewebes; seine Zellen sind schwach collenchymatisch verdickt. Die frühere collenchymatische Natur der mechanischen Elemente ist übrigens auch in der Mitte des Schaftes sowie an dessen Basis in der bekannten Weise zu erkennen. Die Elemente des fertigen Bastringes am Grunde des Schaftes zeigen nämlich keine Intercellularräume zwischen sich, die Bastzellen erscheinen vielmehr eingebettet in einer intercellularen Grundmasse (Taf. II. Fig. 8). Was den vollständig ausgebildeten Zustand des Schaftes betrifft, characterisirt durch den Fruchtzustand des Köpfchens, so unterscheidet sich die oberste (verdickte) Schaftregion in bemerkenswerther Weise durch ihren Bau von derselben Region eines jüngeren Stadiums. Im fruchttragenden Schaft sind nämlich keine schwach collenchymatisch verdickten Zellen im Ring zu beobachten, sondern es schliessen sich gleichmässig, nach Art der Bastzellen verdickte, weitlumige Elemente ohne Intercellularräume dicht an einander.

Eine Aufzählung der besonders in der Familie der Compositen nicht seltenen Fälle analoger Erscheinungen liegt nicht in meiner Absicht. Ein extremer Fall bei *Hedypnois tubaeformis*, ein weniger extremer bei *Leontodon autumnale* bestätigen die obige Deutung.

Erinnern wir uns an dieser Stelle an diejenigen Mittel, welche nach Schwendener als mechanische Einrichtungen für den intercalaren Aufbau in Betracht kommen, so finden wir nebst der Anlage von Blattscheiden und der Anwendung des Collenchyms als dritten Weg bezeichnet: die Verdickung der Internodien in der Region des stärksten Wachsthums. Gleichwie nun der Fall von *Armeria* gewissermassen eine morphologische Umkehrung der bereits bekannten Fälle darstellt, ebenso verhalten sich die nach oben verdickten Blüthenschäfte zu dem von Schwendener (Mechanisches Princip S. 95) aufgeführten Beispiel von *Tradescantia erecta*, wo die Internodien nach oben sich verjüngen und an ihrer Basis wachsen.

III.

Anatomische Einrichtungen zur Erhaltung der Querschnittsform biegungsfester Organe.

Wird von einem Pflanzenorgan gesagt, es erhalte seine Biegungsfestigkeit durch I-förmige Träger, bestehend aus je zwei durch Mestom verbundenen Bastmassen, oder auch durch einfache peripherische Träger, so versteht es sich von selbst, dass diese Träger nur dann ihre Function zu erfüllen vermögen, wenn ihre gegenseitige Lage durch seitlich wirkende Kräfte keine wesentliche Veränderung erfährt.

Zur Vervollständigung unserer Kenntnisse jener Mittel, welche die Natur zur Erhaltung der Querschnittsform in Anwendung bringt, sind im Nachstehenden einige anatomische Verhältnisse besprochen, welche sich auf den tangentialen Verband der einfachen Träger und auf denselben Verband der äusseren Gurtungen der I-Träger beziehen. Die Rücksicht auf die erwähnten mechanischen Anforderungen beherrscht nämlich bisweilen in auffallender Weise den Bau der Athemhöhlen und denjenigen der Epidermis. Die hier mitgetheilten Beobachtungen dürften sich an die bereits von Schwendener (Mechanisches Princip S. 84 ff.) behandelten mechanischen Einrichtungen zur Erhaltung der Querschnittsform ergänzend anschliessen.

In ausgeprägter Weise werden besondere Einrichtungen, welche den nothwendigen Verband von Trägern oder Trägerelementen in tangentialer Richtung bezwecken, dann zu Tage treten müssen, wenn in Folge biologischer Verhältnisse dieser Verband, soweit er durch assimilirende Zellen gebildet ist, wesentliche Unterbrechungen erleidet. Dies ist z. B. der Fall bei wasserliebenden Gewächsen, deren Lufträume das grüne Gewebe, welches sich zwischen den Trägern befindet, bis fast an die Epidermis durchsetzen; ferner, wenn umgekehrt von aussen nach innen sich erstreckende Gewebelücken von einiger Ausdehnung durch ein Zusammenfliessen der Athemhöhlen einer Anzahl Spaltöffnungen entstehen. Zur ersteren Kategorie gehören *Eriophorum vaginatum*, *E. angustifolium*, zu letzterer *Scirpus caespitosus*, *Eriophorum alpinum*.

Ein Querschnitt durch den dreikantigen Halm von *Eriophorum alpinum* zeigt vier grössere Mestombündel mit stärkeren äusseren und schwächeren inneren Bastbelegen. Die äusseren Belege schliessen

sich unmittelbar an die Epidermis an. Die drei grösseren der vier Bündel sind je einer Kante des Stengels genähert, und zwar befinden sich an einer Seite zwei, an einer anderen Seite eines; das vierte, etwas kleinere, liegt in der Mitte der dritten Seite. Diesem letzteren Bündel an der Mitte einer der drei Seiten entspricht der Lage nach je ein Mestombündel mit sehr spärlichen mechanischen Elementen an jeder der beiden anderen Seiten des Halms. Die Höhe des durch den Halmquerschnitt dargestellten Dreiecks ist etwa 0,5^{mm}. Ein dünnwandiges grosszelliges Markgewebe erfüllt die Mitte des Stengels. Das Assimilationssystem nimmt selbstverständlich die vom Skeletsystem frei gelassenen peripherischen Theile ein. Bemerkenswerth ist noch rücksichtlich des grünen Gewebes einerseits und des Markgewebes anderseits, dass beiderlei Gewebe durchweg aus dünnwandigen Elementen bestehen; tangential verlaufende Züge dickwandigerer Zellen an der Grenze zwischen grünem und farblosem Gewebe sind nicht vorhanden.

Eine empfindliche Schwächung des tangentialen Verbandes der Trägerelemente wird im vorliegenden Falle dadurch herbeigeführt, dass die Athemhöhlen einer grösseren (nicht näher bestimmten) Anzahl von Spaltöffnungen, welche mehr oder weniger senkrecht über einander liegen, in einen halbcylindrischen Kanal zusammenfliessen. Sechs solcher Athemkanäle mit zugehörigen Spaltöffnungsreihen laufen zu je zweien an den Flächen des dreikantigen Halmes hinunter. Die Vertheilung der Stomata ist nämlich eine derartige, dass zwischen je zweien der oben erwähnten sechs Mestombündel eine theils rein longitudinal theils zickzackförmig verlaufende Reihe von Spaltöffnungen vorhanden ist. Nicht jeder Querschnitt durchschneidet sechs Spaltöffnungen mit zugehörigen Athemkanälen, wohl aber liefert jeder Querschnitt sechs durchschnittene Athemkanäle. Der eine oder andere der Kanäle ist auf manchem Querschnitt von einer gewöhnlichen Epidermiszelle bedeckt.

Der Bau der Begrenzungszellen dieser Athemkanäle ist nun keineswegs ein normaler, sondern ein eben mit Rücksicht auf die Lücken im tangentialen Trägerverband entschieden angepasster. Die Aussenwände der Epidermiszellen sind, wie die Figuren 2, 3 und 4 auf Taf. II zeigen, stark verdickt. Gleichfalls stark verdickt sind aber auch die Aussenwände der die genannten Kanäle begrenzenden Zellen. (Vergl. dieselben Figuren.) Hierzu kommt, dass bald auf der einen Seite eines Athemkanals, bald auf der andern

eine dicke Radialwand einer Epidermiszelle die feste Rinne bal rechts, bald links an die starre Epidermis gewissermassen festnagelt s. Fig. 3 und 4, Taf. II. Trotz des Vorhandenseins der Athemkanäl ist somit die Entstehung einer empfindlichen Lücke vermieden. Na türlich knüpft sich hieran sofort noch die Frage, in welcher Weis der Function der so begrenzten Athemhöhlen Rechnung getrage ist, wie nämlich die Luft überhaupt zwischen ihnen und dem inne ren Gewebe communicirt. Die dickwandigen Zellen, welche die fest Rinne bilden, sind sehr kurz, nicht viel länger als breit; sie lassen wie Fig. 2 und 3 auf Taf. II bei *i* zeigen, stellenweise Intercellular räume zwischen sich. Diese letzteren dienen offenbar als Aus- un Eintrittsstellen der Luft.

Oben wurde betreffs der Epidermiszellen bemerkt, dass ihr Aussenwände stark verdickt seien. Die inneren Tangentialwänd und die Radialwände derselben sind dünn. Dies gilt jedoch nich von allen Oberhautzellen. Fasst man nämlich jene Epidermiszelle in's Auge, welche unmittelbar ausserhalb der Bastrippe liegen, s findet man, dass mehrere (selten bloss eine) derselben stark ver dickte innere Tangentialwände und dünne Aussenwände besitzen. (Fig. 1, Taf. II bei *e'* und *e''*.) Ausserdem ist stellenweise eine auffallend starke Radialwand (*r.w.* in derselben Figur) zu bemer ken. Es lässt sich nun zur Zeit noch nicht angeben, warum die Continuität der Epidermis in diesen und ähnlichen Fällen, insbe sondere da, wo epidermoïdale Bastbündel vorliegen, ängstlich er halten ist, indem eine Epidermiszelle, wenn auch noch so klein, ausserhalb der Skeletzellen sich vorfindet. Dagegen ist einleuch tend, dass stark verdickte Radialwände, wie deren eine an der Stelle *r.w.* der Fig. 1, Taf. II abgebildet ist, die Function haben, die Bastrippe mit der starken äusseren Epidermiszellwand fester zu verbinden.

Was die Verlegung der Wandverdickung von der äusseren Tangentialwand auf die innere ohne gleichzeitige Verdickung der Radialwand betrifft, so muss immerhin darauf hingewiesen werden, dass die so gebauten Epidermiszellen beträchtlich kürzer sind, als die andern. An den diesen kürzeren Zellen entsprechenden Längslinien steht hiernach die Bastrippe nach aussen mit einer grösseren Anzahl von Wänden (Transversalwänden) in Zusammenhang, als anderwärts. Der Vermehrung der Transversalwände kommt somit eine ähnliche mechanische Bedeutung zu, wie der oben beschrie-

benen Verdickung einer Radialwand; denn die Transversalwände verbinden z. B. bei einer einfachen Längsreihe nur innenseitig verdickter Epidermiszellen, welche sich zwischen zwei aussenseitig verdickten Reihen befindet, die starken Innenwände der mittleren Zellreihe mit den dicken Aussenwänden der beiden seitlichen Reihen.

Unentschieden, wenn auch nicht unerwähnt soll der Umstand bleiben, dass wohl schon durch das Nebeneinanderliegen zweier entgegengesetzt verdickter Epidermiszellen allein die dünne Radialwand (auf dem Querschnitt) und Transversalwand (auf dem Längsschnitt) mitunter auf Null reducirt wird. Ausgesprochene Fälle solcher hochgradiger Verdickung an Tangentialwänden habe ich allerdings nicht beobachtet.

Auch bei *Scirpus caespitosus* findet ein Zusammenfliessen von Athemhöhlen statt. Jedoch unterscheidet sich dieser Fall von dem eben behandelten dadurch, dass hier das Zusammenfliessen in nahezu horizontaler Richtung erfolgt. Oft sieht man nämlich auf Querschnitten durch den Halm dieser Pflanze in eine Athemhöhle zwei ungefähr in gleicher Höhe liegende Spaltöffnungen einmünden. Was den sonstigen Bau der in Rede stehenden Pflanze betrifft, so ist noch zu bemerken, dass die cylindrischen Halme ihre Biegungsfestigkeit durch ca. sieben peripherische I-Träger erhalten; letztere bestehen aus den äusseren und inneren Bastbelegen der grösseren Mestombündel. Diaphragmen aus Parenchym fächern das Mark, Mestombündel scheinen in diesen Diaphragmen nicht vorzukommen. Die Athemhöhlen zeigen nun auch hier eine mit der obigen übereinstimmende mechanische Ausrüstung, nämlich aussenseitige Verdickung der Begrenzungszellen dieser Höhlen, und anderseits, entsprechend dem gleichfalls bei *Eriophorum alpinum* genauer geschilderten Vorkommniss, stellenweise Befestigung einer am Rande der Athemhöhle gelegenen Begrenzungszelle mit der starken Epidermisaussenwand durch Verdickung der betreffenden Radialwand. Desgleichen finden sich zum Verkehr der Luft Intercellularräume zwischen den dickwandigen Begrenzungszellen der Athemhöhlen.

Bezüglich des Anschlusses der äusseren Trägergurtungen an die Epidermisaussenwand begegnen wir denselben anatomischen Hülfsmitteln, wie bei *Eriophorum alpinum*. Als wesentliches Moment kommt nämlich zu der innenseitigen Verdickung solcher Epidermiszellen, welche den Bastrippen aussen anliegen (Fig. 6. Taf. II), hinzu, dass hin und wieder jenes in seiner Bedeutung unzweifel-

hafte Auftreten einer dicken Radialwand zwischen zwei Epidermis zellen zu beobachten ist, von welch' letzteren die eine aussen, di andere innen eine starke Wandung besitzt. Die Stelle *r. w.* in Fig. Taf. II kann auch auf *Scirpus caespitosus* bezogen werden. Ausser dem überzeugt man sich bei Untersuchung radialer Längsschnitt von der geringeren Länge der nur innenseitig verdickten Epidermis zellen, einer Erscheinung, auf deren Bedeutung ich oben hinge wiesen habe.

Übergehend zu jenen Fällen, in welchen Lufträume zwischen je zwei Trägern oder Träger-Gurtungen sich befinden, die bis au wenige Zellschichten an die Epidermis hinanreichen, erinnere ich zuerst an ein bekanntes Bild, nämlich an jenes, welches ein Querschnitt durch ein Halminternodium von *Equisetum hiemale* gewährt. Die Bastrippen sind hier an der Peripherie des Organs nicht bloss durch eine starke Epidermis tangential verbunden, sondern es ziehen sich noch eine bis zwei dickwandige Zellschichten zwischen Epidermis und Assimilationsgewebe hin. An jener Stelle, wo diese Zellschichten an Athemhöhlen stossen, biegen sie aus, und zwar, mit Rücksicht auf den Stengel gesprochen, nach oben und unten. Die Elemente der betreffenden Zellschichten sind an den Ausbiegungsstellen stark tangential gestreckt. Die Athemhöhlen sind hier gebildet durch einfache Divergenz benachbarter Pallisadenzellen nach aussen. Vergleicht man hiermit den Bau einiger *Eriophorum*-Arten, so stimmt dieser wohl durch das Vorhandensein von Lufträumen, welche mit den Bastrippen alterniren, mit demjenigen von *Equisetum hiemale* überein. Bei den betreffenden *Eriophorum*-Arten tritt jedoch das Assimilationssystem, was bei *Equisetum hiemale* nie der Fall ist, vielfach dicht an die Epidermis heran. Die Athemhöhlen erscheinen auf dem Querschnitt nicht als schmale und nach innen zugespitzte, sondern als breite Intercellularräume.

Sowohl bei *Eriophorum angustifolium* als bei *Eriophorum vaginatum* findet man nun eine mechanische Ausstattung der Athemhöhlen, ähnlich der bei *Eriophorum alpinum* und *Scirpus caespitosus* vorhin erörterten.

Eriophorum angustifolium zeigt an den Begrenzungszellen der Athemhöhlen die Aussenwände ausgesprochen stärker verdickt, als ihre inneren Tangentialwände. Manche Radialwände von Epidermiszellen besitzen ungefähr dieselbe Dicke wie die eben erwähnten Aussenwände. Im Allgemeinen sind jedoch die Dickenunterschiede

der radialen Epidermiszellwände nicht erheblich. Etwas dickere Radialwände findet man sowohl an Epidermiszellen ausserhalb der Bastrippen als zwischen den Bastrippen. Es ist nicht zu bezweifeln, dass hier ähnliche mechanische Einrichtungen, aber in etwas schwächerer Ausbildung vorliegen, wie wir sie bei *Eriophorum alpinum* und *Scirpus caespitosus* kennen lernten.

Eriophorum vaginatum (Halm) bietet eine immerhin bemerkenswerthe Variation der in Rede stehenden Structur dar. Hier und da ist bei dieser Pflanze eine mässige, selten eine starke Verdickung einer jener Radialwände zu constatiren, welche die starke äussere Epidermiszellwand mit einer der dickwandigen Begrenzungszellen der Athemhöhle in Verbindung setzen. Ausserdem aber beobachtet man des Öfteren einen anderen Anschluss der mechanischen Athemhöhlenzellen an eine peripherische Zelle der naheliegenden Bastrippe. In welcher Weise sich dieser Anschluss vollzieht, lässt sich leicht an der Fig. 2 auf Taf. II demonstriren. Eine an die Zelle *r* nach links, also in der Richtung gegen den Buchstaben *r* hin, anstossende, der Epidermis anliegende Zelle besitzt eine verdickte Aussenwand, ebenso die nächst folgende subepidermale Zelle nach links, bis zur benachbarten Bastrippe. Der Unterschied zwischen diesem Anschluss und dem bei *Eriophorum alpinum* beschriebenen liegt darin, dass bei *E. alpinum* die Athemhöhlenzellen wesentlich durch Vermittlung der Epidermiszellen einen festen tangentialen Verband zwischen zwei benachbarten Bastrippen herstellen, während hier, wenigstens stellenweise, die betreffenden Athemhöhlenzellen den erwähnten Anschluss an einen Skeletstrang durch subepidermale Zellen gewinnen.

In hervorragender Weise wird die Epidermis zur Herstellung der zwischen den Trägern eines biegungsfesten Systems nöthigen Querverspannung in solchen Fällen verwendet, in welchen sie selbst Sitz der Träger ist.

Bei oberflächlicher Betrachtung eines Querschnitts durch den Halm von *Heleocharis palustris, Scirpus pauciflorus* und ähnlich gebaute Organe scheint die nothwendige Querverspannung zwischen den epidermoïdalen Bastbündeln genügend hergestellt zu sein durch die dazwischen liegenden Epidermiszellen, welche im Allgemeinen dünne Radialwände und sehr dicke äussere Tangentialwände besitzen. Bei genauerer Besichtigung ergiebt sich jedoch, dass die

secundären Epidermiszellen[1]), welches sich ausserhalb jedes Bastzellcomplexes vorfinden, mit hineingezogen werden in das biegungsfeste Gerüst dieser Pflanzen. Genauer untersuchte ich *Scirpus pauciflorus* und *Heleocharis palustris*. Bei ersterer findet man alle, bei letzterer eine grosse Anzahl von diesen secundären Epidermiszellen durch dicke Radialwände und dicke innere Tangentialwände mit der Bastrippe in Verbindung (Fig. 5. Taf. II). Die äusseren Tangentialwände der innen dickwandigen secundären Epidermiszellen sind aus einem uns unbekannten Grunde dünn. Auf die angegebene Weise stehen die Bastrippen durch verdickte Epidermiszellmembranen (radiale und tangentiale) unter einander in festem tangentialen Verband.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Sämmtliche Figuren dieser Tafel gehören zu *Armeria vulgaris* Willd.

Figur 1. Stück einer Scheide im Querschnitt, welcher etwas unterhalb der Mitte der Scheide geführt wurde. In der Figur liegt rechts die äussere, links die innere, dem Schaft zugekehrte Seite der Scheide. Von Wichtigkeit ist die Lagerung der mechanischen Zellen, deren Membranen in Fig. 1, 2, 3 und 6 dieser Tafel mit gelber Farbe angegeben sind, während in Fig. 4 und 5 ganze Complexe mechanischer Zellen gelb gehalten sind. Zwei der Gefässbündel, welche in der Scheide in grosser Anzahl vorhanden, sind durch den Schnitt getroffen. [Vergr. 270.]

Figur 2. Zustand des mechanischen Ringes in jener Schaftregion, welche der Scheide zunächst liegt, jedoch nicht mehr von ihr bedeckt ist; Exemplar jugendlich, Schafthöhe 15 Centim. [Vergr. 300.]

Figur 3 stammt von demselben Exemplar wie Fig. 2 und zeigt die Elemente des mechanischen Ringes in einer Region des Schaftes, welche

---

[1]) Haberlandt, welcher die Entstehung von Skeletzellen aus der Epidermis zuerst beobachtete, nennt diese Zellen ebenso in seiner „Entwicklungsgeschichte des mechanischen Gewebesystems". Dieser Autor hat übrigens bereits einen ähnlichen Fall bei subepidermalen Bastbündeln nachgewiesen. (S. 32 l. c.)

4—5 Centim. tiefer, als das untere Ende der Scheide liegt. [Vergr. 300.]

Figur 4. Skizze eines Querschnitts durch den ausgebildeten Schaft eines 24 Centim. hohen Exemplars in der Mitte der Schafthöhe. (Kleine Rindenbündel liegen in grosser Anzahl an der Aussenseite des Bastringes.) [Vergr. 30.]

Figur 5. Skizze eines Querschnitts durch Schaft und Scheide eines Pflänzchens von 3½ Centim. Schafthöhe. Die Scheide ist fertig gebildet, der Bastring im Schaft kaum angedeutet. [Vergr. 30.]

Figur 6. Stück eines Querschnitts durch die unterste Partie der Scheide, von demselben jugendlichen Exemplar wie Fig. 5. Am unteren Ende des abgebildeten Stückes liegt ein Gefässbündel. [Vergr. 270.]

Figur 7. Flächenansicht der Epidermis am oberen Theil der von der Scheide bedeckten Schaftpartie. Der Pfeil deutet die Richtung an, in welcher die Längsachse des Schaftes verläuft. In der Mitte des Schnittes liegt eine in Bildung begriffene Spaltöffnung. Schafthöhe 25 Centimeter. [Vergr. 600.]

Tafel II.

Fig. 1, 2, 3, 4, 7 gehören zu *Eriophorum alpinum*, Fig. 5 zu *Scirpus pauciflorus*, Fig. 6 zu *Scirpus caespitosus*, Fig. 8 bezieht sich auf *Arnoseris minima*.

Figur 1. Theil eines Halmquerschnitts, die Epidermiszellen mit einer sich anschliessenden Bastrippe darstellend. Die meisten Epidermiszellen sind aussen dickwandig (*e*), einige (*e'* und *e''*) innen. Bei *r. w.* liegt eine jener mechanisch wichtigen stark verdickten Radialwände (vgl. den Text). An die Bastrippe schliesst sich, der gestrichelten Bogenlinie entsprechend, das Gefässbündel an. [Vergr. 600.]

Figur 2, 3 und 4 stellen durchschnittene Athemkanäle dar. In Fig. 2 und 3 ist bei *i* ein Intercellularraum durchschnitten, wie deren viele zur Ermöglichung des Luftverkehrs die feste Rinne durchsetzen. Beachtenswerth ist vor Allem der Bau der den Athemkanal begrenzenden Zellen, sowie deren Anschluss an die Epidermisaussenwand in Fig. 3 rechts und in Fig. 4 links. In Fig. 4 ist der Spaltöffnungsapparat durch das Messer abgerissen. [Vergr. 600.]

Figur 5. Theil eines Halmquerschnittes von *Scirpus pauciflorus*. Die epidermoïdalen Bastbündel sind durch Vermittelung der secundären Epidermiszellen, nämlich durch deren dicke Radialwände mit der starken Epidermisaussenwand verbunden und gewinnen dadurch die nothwendige Querverspannung. [Vergr. 600.]

Figur 6. Peripherie eines Querschnittes durch den Halm von *Scirpus caespi-*

tosus, eine innenseitig verdickte Epidermiszelle ausserhalb einer Bast rippe zeigend (vgl. den Text). [Vergr. 600.]

Figur 7. Schematisches Bild eines Halmstückchens von *Eriophorum alpinum* Die Befestigungsstellen der festen Rinnen sowie der Bastrippen a der starken Epidermisaussenwand sind durch kurze schwarze Strich schematisch angedeutet. Das grüne Gewebe ist schattirt.

Figur 8. Einige Zellen des Bastringes von *Arnoseris minima* im Querschnitt Die collenchymatische Grundmasse ist dunkel gehalten, die Bast zellmembranen sind gelb gefärbt. Der Schnitt entstammt der (dünnen) Basis eines ausgewachsenen Schaftes. [Vergr. 600.]

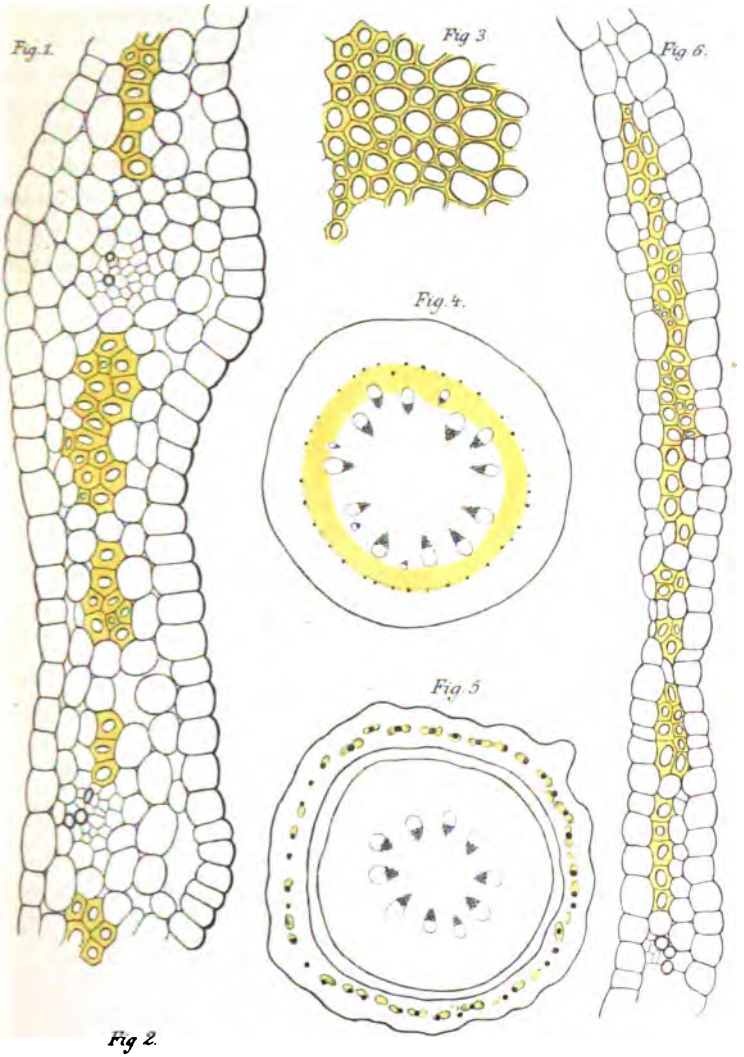


Fig. 1.
Fig. 3
Fig. 6.
Fig. 4.
Fig. 5
Fig. 2.
Fig. 7.

Fig 1.

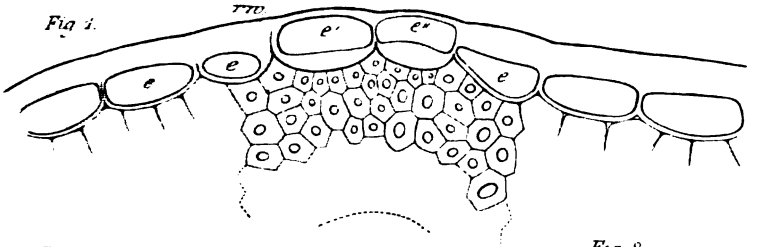


Fig 2.

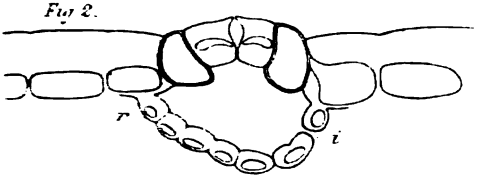


Fig 3.

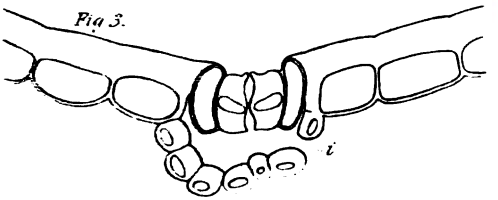


Fig 4.

Fig 5.

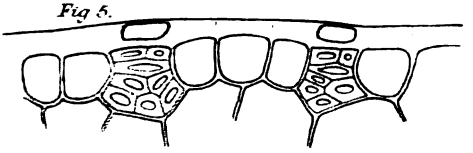


Fig 6.

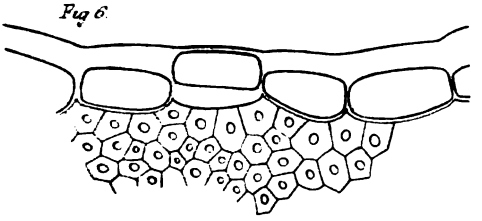


Fig. 8.

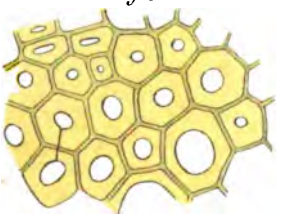
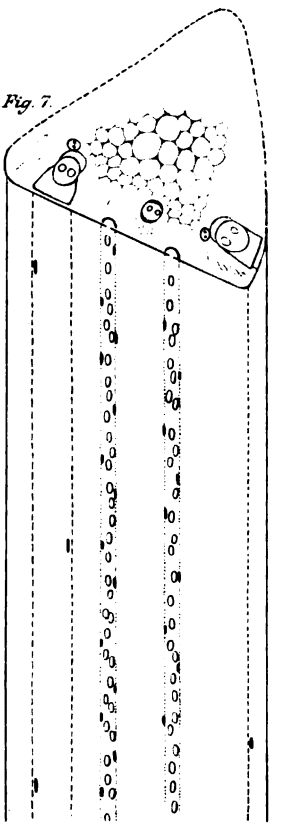


Fig. 7.



Wettermaier del

C.F. Schmidt lith.

24. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Rammelsberg las:

Experimentelle Grundlagen zur Theorie der Amalgamation.

Der grösste Theil des Silbers wird in Amerika aus seinen Erzen durch ein ganz eigenthümliches Verfahren gewonnen, welches man die Amalgamation nennt, und das, so wie es im 16. Jahrhundert durch Bartolomé de Medina eingeführt ist, im Wesentlichen auch heute noch besteht. Dasselbe findet auf Silbererze Anwendung, welche dieselben wie in Europa sind, weil ihre Hauptmasse aus Schwefelverbindungen besteht, zu denen sich gediegen Silber gesellt. Nur darin unterscheiden sich manche amerikanische Silbererzlagerstätten von den europäischen, dass in ihren oberen Teufen Chlorsilber und Bromsilber eine Rolle spielen.

Die Amalgamation benutzt keine Schmelzprocesse, weil es in den Hüttendistricten Mexico's, Peru's und Chile's an Brennmaterial fehlt, und darum ist sie dort die einzige zur Zeit mögliche Methode, das Silber aus seinen Erzen zu gewinnen, wobei wir nicht die Frage erörtern wollen, ob sie ihren Zweck vollkommen erreicht, was allerdings sehr zu bezweifeln sein dürfte.

Bekanntlich wird bei diesem Process das mit Wasser äusserst fein gemahlene Erz im feuchten Zustande mit Kochsalz und Magistral und zuletzt mit Quecksilber gemengt, wodurch man ein Amalgam erhält, welches beim Ausglühen das Silber hinterlässt. Das Magistral ist schwefelsaures Kupfer, d. h. entweder Kupfervitriol oder schwach gerösteter Kupferkies. Da aus der gegenseitigen Wirkung von Kochsalz und Kupfersulfat sich Kupferchlorid bildet, so muss dies dasjenige Reagens sein, welches die Silberverbindungen zersetzt, so dass sich ein Amalgam bilden kann, sobald der Zusatz des Quecksilbers erfolgt.

Die Theorie oder der innere Verlauf der hierbei eintretenden Verbindungen und Zersetzungen ist zuerst von Karsten in seiner Abhandlung „Der Amalgamationsprocess", welche er in unserer Akademie am 11. December 1828 gelesen hat, untersucht worden.

In einer zweiten Abhandlung „Über den jetzigen Zustand der Verfahrungsmethoden zur Darstellung des Silbers aus seinen Erzen", gelesen am 30. October 1851 in der Akademie, erweitert er seine früheren Versuche, veranlasst durch die inzwischen auf denselben Gegenstand bezüglichen Arbeiten von Boussingault und von Malaguti und Durocher, wobei er seine früher vorgetragene Ansichten vertheidigt.

Diese Ansichten gründen sich auf Versuche, welche Karsten über die Einwirkung des Kupferchlorids auf Schwefelmetalle, besonders auf Schwefelsilber und auf Silbererze, welche ausserdem Antimon enthalten, angestellt hat. Die Abhandlungen entbehren jedoch aller numerischen Werthe; wir erfahren nur das Endresultat; es ist kein Versuch gemacht, die Reactionen stöchiometrisch darzulegen, und schon aus diesem Grunde sind Karsten's Angaben unvollständig.

In dem kürzlich erschienenen Bande seiner Metallurgie [1]) hat Percy die amerikanische Amalgation, besonders den sogenannten Patioprocess, ausführlich behandelt, und Versuche beschrieben, welche auf die Theorie desselben gerichtet sind. Er erklärt jedoch schliesslich, dass diese Versuche nicht genügen und er später erst die Resultate neuer Versuche und die daraus hergeleitete Theorie bekannt machen werde.

Mit der deutschen Bearbeitung auch des neuesten Bandes von Percy's Metallurgie beschäftigt, kann ich die vorhandene Lücke in einem der wichtigsten Abschnitte nicht unausgefüllt lassen, und habe deshalb den Gegenstand selbst in Angriff genommen. Die vorliegende Abhandlung enthält die Resultate meiner Versuche.

A. Verhalten des Kupferchlorids.

I. Kupferchlorid und Silber.

Dass beide sich zu Chlorsilber und Kupferchlorür umsetzen, und dass diese Umsetzung durch die Gegenwart von Chlornatrium beschleunigt werde, haben Karsten, Boussingault und Percy übereinstimmend gefunden, also

$$2\,CuCl^2 : 2\,Ag = 2\,AgCl\,;\,Cu^2Cl^2.$$

---

[1]) Silver and Gold. Part I. London 1880.

V. Fernandez glaubte jedoch die Bildung von Silberchlorür annehmen zu müssen, d. h.

$$2CuCl^2 : 4Ag = 2Ag^2Cl ; Cu^2Cl^2.$$

Indessen ist diese wohl nicht durch Versuche gestützte Annahme ungerechtfertigt, denn als das aus einer bestimmten Menge Nitrat durch Zink reducirte Silber mit einer Lösung von Kupferchlorid unter Zusatz von Chlornatrium behandelt und der Absatz mit Ammoniak digerirt wurde, blieben nur 3,3 p. C. des Silbers zurück, während Ag^2Cl durch Ammoniak bekanntlich in Ag und AgCl zerfällt.

Unterlässt man den Chlornatriumzusatz, so mischt sich dem Chlorsilber basisches Kupferchlorid bei.

II. Kupferchlorid und Schwefelsilber.

Karsten fand, dass eine Lösung von Kupferchlorid auf Schwefelsilber auch nach längerer Zeit nicht einwirkt. Bei Gegenwart von Chlornatrium tritt eine Zersetzung ein, die jedoch sehr unvollständig ist, und wobei wahrscheinlich freier Schwefel sich abscheidet.

Boussingault[1]) behauptet ebenfalls, dass beide Körper ohne Wirkung seien, dass Kochsalz jedoch sogleich eine solche einleite. Er erhielt aus 100 Th. Schwefelsilber (87 Silber und 13 Schwefel) 146 Th. eines Gemenges, dessen Bestandtheile Kupfer, Silber, Chlor und Schwefel sind. Leider hat Boussingault diese Gemenge nicht analysirt, man weiss also nicht, ob das Schwefelsilber vollständig in Chlorsilber verwandelt war. Nimmt man dies an, sowie, dass das Gemenge sämmtlichen Schwefel enthält, so ergiebt sich, dass die 146 Th. bestehen mussten aus

Silber	87,0	
Chlor	28,8	= 115,8 AgCl
Kupfer	17,2	
Schwefel	8,6	= 25,8 CuS
Schwefel	4,4	= 4,4 S
		146

Dann hätten $3Ag^2S$ auf $4CuCl^2$ gewirkt:

[1]) Ann. Chim. Phys. 51, 327 (Poggend. Ann. 32, 109).

$$3\,Ag^2S : 4\,CuCl^2 = 6\,AgCl, 2\,CuS, S$$

und es wäre Cu^2Cl^2 entstanden; denn dann mussten 100 Th. Ag^2S genau die angeführten Mengen liefern.

Es braucht nicht gesagt zu werden, dass diese Rechnung nur unter den angegebenen Voraussetzungen richtig ist.

Malaguti und Durocher[1]) behaupten, Kupferchlorid zersetze Schwefelsilber, es bilde sich Chlorsilber und es scheide sich Schwefel ab. Bei Gegenwart von Kochsalz sei die Zersetzung lebhafter, bleiben aber stets unvollständig.

Die auf Percy's Veranlassung gemachten Versuche von Dick und Jackson ergeben ähnliche Resultate; nach Letzterem ist die Zersetzung in der Siedhitze fast vollständig.

Bei meinen Versuchen wurde eine gewogene Menge salpetersaures Silber durch Schwefelwasserstoff gefällt und das ausgewaschene Schwefelsilber mit einer Lösung von reinem Kupferchlorid digerirt und zuletzt gekocht. Die schwarze Abscheidung wurde gewaschen, getrocknet und gewogen, worauf ihr Gehalt an Silber, Kupfer und Schwefel direct bestimmt wurde.

100 Th. Schwefelsilber = 87 Silber und 13 Schwefel gaben 152 Th. des Rückstandes, welcher enthielt

Silber	86,5
Chlor	28,4
Kupfer	22,5
Schwefel	13,0
	150,4.

Die Abscheidung enthält alles Silber und allen Schwefel des Schwefelsilbers, das Silber ist aber vollständig an Chlor gebunden. Wenn auf 2 At. Silber 1 At. Kupfer kommt, so muss dieser Rückstand sein

Silber	87,0	115,6 AgCl
Chlor	28,6	
Kupfer	25,5	38,5 CuS
Schwefel	13,0	
	154,1.	

[1]) Récherches sur l'association de l'argent aux minéraux metalliques. Ann. des Mines (4) 17. (1850).

Mithin ist der Vorgang ganz einfach der folgende:

$$Ag^2S : CuCl^2 = 2AgCl ; CuS.$$

Das Schwefelsilber wurde vollständig zersetzt. Eine Bildung von Kupferchlorür findet nicht statt.

III. Kupferchlorid und Schwefelarsen.

Das Verhalten des Kupferchlorids zu dem Arsentrisulfid ist, wie mir scheint, noch gar nicht näher untersucht worden; Karsten sagt nur, die Einwirkung erfolge langsam, es entstehe Kupferchlorür, und der Schwefel scheine als solcher abgeschieden zu werden. Die gegenseitige Wirkung geht sehr rasch von statten, wenn man reines auf nassem Wege dargestelltes As^2S^3 benutzt, und nach kurzem Kochen setzt sich grünschwarzes Schwefelkupfer ab, welches nur Spuren von Arsen enthält.

In einem Versuche gaben 100 Th. Arsentrisulfid 112 Th. grünschwarzen Rückstandes, in welchem

Schwefel	37,60
Kupfer	65,74
Arsen	2,16

gefunden wurden.

Wenn 2,16 Arsen und 1,38 Schwefel = 3,54 As^2S^3 unzersetzt geblieben waren, so haben 100 Th. des letzteren 109 Th. Schwefelkupfer geliefert; die Einwirkung ist also einfach so:

$$As^2S^3 : 3CuCl^2 = 3CuS , 2AsCl^3.$$

Hiernach müssen $100As^2S^3 = 109CuS$ sein, wie der Versuch gegeben hat.

IV. Kupferchlorid und Schwefelantimon.

Auch über das Verhalten des Kupferchlorids zum Antimontrisulfid liegen, ausser einer Andeutung Karsten's, wie sie beim Schwefelarsen angeführt wurde, soviel ich weiss, keine Angaben vor.

Zu den Versuchen diente amorphes braunes Schwefelantimon. Digerirt man dasselbe mit einer Lösung von Kupferchlorid, so schwärzt es sich sehr bald, und die Abscheidung ist, nachdem man sie zum Sieden erhitzt hat, sie abfiltrirt, ausgewaschen und getrocknet hat, ein grüngraues Pulver.

Der Vorgang hierbei ist jedoch minder einfach wie beim

Schwefelarsen, welches sich in Schwefelkupfer umwandelt, worin der ganze Schwefelgehalt, aber kein Arsen sich findet, das Chlorarsen in die Lösung übergeht. Im vorliegenden Falle ist die Abscheidung reich an Antimon, und ihr Schwefelgehalt reicht nicht hin für Kupfer und Antimon. Ausserdem enthält die Substanz Chlor, weil das entstandene Antimonchlorid sich als Oxychlorid dem Ganzen beimengt.

Die Analyse gab (auf 100 Th. Sb^2S^3 bezogen):

			oder
Kupfer	13,1	CuS	19,6
Antimon	49,1	Sb^2S^3	36,0
Schwefel	16,7	Sb	23,3
Chlor, Sauerstoff	11,3	Cl, O	11,3
	90,2		90,2.

Die berechnete Zusammensetzung ist

Kupfer	13,1	=	CuS	19,7
Antimon	24,5		Sb^2S^3	34,4
Antimon	24,5		SbClO	35,0
Chlor	7,3			89,1
Sauerstoff	3,3			
Schwefel	16,4			
	89,1			

worin 2Cu : 4Sb : 5S : 2Cl : 2O.

Von 71,7 Th. Antimon (in 100 Sb^2S^3 enthalten) fanden sich nur 49 im Gemenge vor; und von den 28,3 Th. Schwefel nur 16,7 Th.; der Rest beider geht in die Kupferlösung über, der Schwefel als Schwefelsäure. Aus ihr scheidet sich beim Stehen immer etwas Antimonoxychlorid ab.

Die festen Producte aus Kupferchlorid und Schwefelantimon sind aber

$$2CuS + Sb^2S^3 + 2SbClO.$$

Da sich in ihnen die Elemente des Kupferchlorürs finden, lässt sich annehmen, dass das Chlor die Oxydation des Antimons verursacht habe.

V. Kupferchlorid und Arsensilberblende (Lichtes Rothgültigerz).

Zu den Versuchen wurde Material von reiner Beschaffenheit von Freiberg benutzt. Bei der Digestion mit einer Lösung von Kupferchlorid verwandelt es sich in ein schwarzes Pulver, welches nach dem Trocknen im Versuch I 117 p. C., in II 110,4 vom Erz betrug.

Die Analyse zeigte, dass $\frac{2}{3}$ seines Silbergehalts als Chlorid, $\frac{1}{3}$ als Sulfuret vorhanden war. Ausserdem war noch Arsen und Kupfer darin.

	Gefunden	
	I	II
Silber	65,5	65,5 [1])
Chlor	12,9	12,8
Kupfer	8,3	6,5
Arsen	7,7	9,1
Schwefel	20,4	18,0
	114,8	111,9

Da 100 Th. Ag^3AsS^3 = 19,4 S, 15,1 As und 65,5 Ag sind, so werden durch die Behandlung mit Kupferchlorid der ganze Silber- und Schwefelgehalt abgeschieden, vom Arsen aber geht nur die Hälfte in den Rückstand über.

Wir nehmen an, dass:

$$Ag^3AsS^3 : 3\,CuCl^2.$$

Oder

$$4\,Ag^3AsS^3 : 12\,CuCl^2 =$$

$$\left.\begin{matrix} 8\,AgCl \\ 2\,Ag^2S \\ 2\,CuS \\ As^2S^3 \\ 5\,S \end{matrix}\right\} \text{Rückstand} \qquad \left.\begin{matrix} 2\,AsCl^3 \\ 5\,Cu^2Cl^2 \end{matrix}\right\} \text{in der Lösung.}$$

Hiernach müssen 100 Th. des Erzes 113 Rückstand geben, und dieser muss enthalten:

---

[1]) Etwa 3 p. C. Silber blieben als Chlorid in dem kupferreichen Filtrat.

Silber	43,7	= 57,0 AgCl		
Chlor	14,3			
Silber	21,8	= 25,0 Ag^2S	= 3,2 S	
Kupfer	6,4	= 9,6 CuS	= 3,2 -	
Arsen	7,6	= 12,4 As^2S^3	= 4,8 -	
Schwefel	19,4	Freier S	= 8,2 -	
	113,2		19,4	

VI. Kupferchlorid und Antimonsilberblende (Dunkles Rothgültigerz).

Das hierzu verwandte Material stammte gleichfalls von Fre berg. Nach dem Digeriren und Kochen blieb ein grauer pulverig Rückstand, der getrocknet in Versuch I 129 p. C., in II 127,2 p. (des Erzes betrug.

In diesem Rückstand fanden sich die Bestandtheile des Rotl gültigerzes, und zwar das Silber[1]) ganz und gar als Chlori ausserdem aber Kupfer vor. Denn die Analyse gab:

	I	II
Silber	59,8	59,8
Chlor	19,0	19,5
Kupfer	14,5	12,0
Antimon	22,1	22,3
Schwefel	17,2	16,3
	132,6	129,9

100 Th. Ag^3SbS^3 enthalten 59,8 Ag, 22,5 Sb und 17,7 S.

Wir nehmen hiernach an, dass die Reaction sei

$$Ag^3SbS^3 : 2CuCl^2$$

oder

$$2Ag^3SbS^3 : 4CuCl^2 =$$

Rückstand Flüssigkeit

$$\left.\begin{matrix} 6AgCl \\ Sb^2S^3 \\ 2CuS \\ S \end{matrix}\right\} Cu^2Cl^2$$

[1]) Abgesehen von einer kleinen Menge, die in II 3,4 p. C. betrug un als Chlorid im Filtrat blieb.

Hiernach müssen 100 Th. dunkles Rothgültigerz geben

Silber	59,8	= 79,5 AgCl		
Chlor	19,7			
Kupfer	11,8	= 17,7 CuS	= 5,9 S	
Antimon	22,5	= 31,5 Sb^2S^3	= 9,0 -	
Schwefel	17,7		= 2,8 -	
	131,5		17,7.	

Über die Wirkung des Kupferchlorids auf beide Erze waren die bisherigen Angaben sehr dürftig. Karsten sagt in seiner ersten Abhandlung, dass Kupferchlorid (d. h. nicht das reine, sondern ein Gemisch von Chlornatrium) beide Rothgültigerze schon bei gewöhnlicher Temperatur angreife, aber selbst in der Siedhitze nicht vollständig zerlege, dass sich Kupferchlorür und Chlorsilber, aber auch Chlorarsen und Chlorantimon bilden. Wie wir sahen, wird aber letzteres nicht gebildet.

Malaguti und Durocher führen nur an, das dunkle R. zersetze sich leichter als das lichte, beide aber schwerer als Schwefelsilber.

VII. Kupferchlorid und Chlornatrium und Schwefelsilberverbindungen.

Karsten hat sich bei seinen Versuchen nicht des Kupferchlorids, sondern einer Mischung von Kupfervitriol und Kochsalz bedient, wie dies bei der Amalgamation geschieht. Auch ich habe in einer besonderen Reihe von Versuchen eine Mischung von reinem Kupferchlorid und von Chlornatrium benutzt, allein die Resultate werden in diesem Fall dadurch modificirt, dass ein beträchtlicher Theil Chlorsilber in Lösung geht.

Bei Anwendung von Schwefelsilber erhielt ich in zwei Versuchen in dem Rückstande statt 87 Silber nur 72,5 und 79,0. Bei lichtem Rothgültigerz waren statt 65,4 Silber 58,2 im Rückstande, und hiervon war $\frac{1}{4}$ als Chlorid, $\frac{3}{4}$ als Schwefelsilber vorhanden, ein ganz anderes Verhältniss, als das ohne Chlornatrium gefundene. Aber auch in diesem Fall fand sich der Schwefel des Erzes in dem Rückstande vollständig wieder. Bei dunklem Rothgültigerz enthielt der Absatz 51,7 Silber statt 59,8, und hier waren diese 51,7 zu etwa $\frac{1}{3}$ als Chlorid, zu $\frac{2}{3}$ als Sulfuret vorhanden.

B. Verhalten des Kupferchlorürs.

Zu den Versuchen diente das durch Wasser aus der saurer Lösung gefällte Chlorür.

I. Kupferchlorür und Chlorsilber.

Nach Karsten ist eine Lösung von Kupferchlorür in Chlornatrium ohne Wirkung auf Chlorsilber. Bei Gegenwart von Ammoniak wird das Silber metallisch gefällt und es entsteht Kupferchlorid. Hieraus folgt, dass die Gegenwart des Ammoniaks die bekannte Wirkung des Chlorids auf Silber aufhebt, da Karsten sowohl wie Boussingault fanden, dass

$$2\,Ag : 2\,CuCl^2 = 2\,AgCl ; Cu^2Cl^2.$$

Malaguti und Durocher glaubten, dass Kupferchlorür das Chlorsilber der Hälfte seines Chlors beraube und in Silberchlorür verwandle,

$$4\,AgCl : Cu^2Cl^2 = 2\,Ag^2Cl ; 2\,CuCl^2$$

allein sie schliessen dies blos aus der pulverigen Beschaffenheit des Metalls, welche es nach der Behandlung der Substanz mit Ammoniak zeigt.

Sie fanden ferner, dass wenn beide Chlormetalle zuvor in Chlornatrium gelöst sind, kein Silber gefällt wird.

Digerirt man beide Chlormetalle mit Wasser, so findet keine Einwirkung statt; fügt man Ammoniak hinzu, so scheidet sich metallisches Silber ab. Von 100 Chlorsilber = 75,26 Silber erhielt ich auf diese Art 72,76 in metallischer Form, während aus der ammoniakalischen Flüssigkeit noch etwa 1 p. C. gefällt werden konnte, welches als unzersetzt gebliebenes Chlorid darin enthalten war.

Der Vorgang ist also:

$$2\,AgCl : Cu^2Cl^2 = 2\,Ag ; 2\,CuCl^2,$$

entgegengesetzt der gegenseitigen Einwirkung dieser beiden, wenn Ammoniak nicht zugegen ist.

II. Kupferchlorür und Schwefelsilber.

Nach Karsten bildet eine Auflösung von Kupferchlorür in Chlornatrium sehr bald Chlorsilber, welches sich in jenem auflöst, und Schwefelkupfer, welches sich absetzt.

Boussingault erhielt ein Gemenge von Chlorsilber und Schwefelkupfer als Absatz. Er giebt an, dass 100 Th. Ag^2S 153 Th. dieses Gemenges geliefert hätten, und dass dasselbe aus

Silber	87	= 115,8	AgCl
Chlor	28,8		
Kupfer	24,4	= 37,2	CuS
Schwefel	12,8		
	153		

bestehe.

Demnach wäre das Ganze

$$2\,AgCl\,,\,CuS.$$

Dieses Resultat, welches sich bei Anwendung von Kupferchlorid ergiebt, ist für Kupferchlorür geradezu unmöglich. Boussingault's Angaben können nicht richtig sein.

Wenn $Ag^2S : Cu^2Cl^2 = 2\,AgCl$, so entsteht Dikupfersulfuret, Cu^2S, und 100 Th. Ag^2S würden 180 Th. des Gemenges liefern.

Träte die doppelte Menge Schwefelsilber in Action, so müsste sich, wenn CuS entstehen soll, Silber reduciren,

$$2\,Ag^2S : Cu^2Cl^2 = 2\,AgCl\,,\,2\,Ag\,,\,2\,CuS$$

und man erhielte nur 140 p. C. eines solchen Gemenges.

Ganz anders lauten die Angaben von Malaguti und Durocher. Schwefelsilber, Kupferchlorür und Wasser lassen nach kurzem Sieden neben Schwefelkupfer fast alles Silber metallisch fallen. Die Zersetzung ist vollständig, indem Kupferchlorid entsteht, d. h.

$$Ag^2S : Cu^2Cl^2 = 2\,Ag\,,\,CuS \text{ und } CuCl^2$$

und 100 Ag^2S = 125,5 des Gemenges.

Versuche, auf Percy's Veranlassung von Dick und Jackson angestellt, geben keinen Aufschluss.

Bei Gegenwart von Ammoniak hat nach Karsten Kupferchlorür keine Wirkung auf Schwefelsilber.

Ich habe das aus einer bestimmten Menge des Nitrats gefällte Schwefelsilber mit Kupferchlorür behandelt, welches zuvor in der erforderlichen Menge Chlornatrium gelöst war. Nach längerer Digestion und Erhitzen bis zum Sieden wurde filtrirt und ausgewaschen. Nach dem Trocknen erschien die Masse als ein schwarzes Pulver.

Aus 100 Th. Schwefelsilber wurden 164,4 erhalten.

Die Gegenwart des Chlornatriums bewirkt, dass ein Theil Chlorsilber in Lösung geht, weshalb man in der Abscheidung nicht den ganzen Silbergehalt (87 p. C.) findet. Das Maximum war 83,5, so dass 5,5 Silber als Chlorid aufgelöst blieben.

Die schwarze Substanz enthält Silber, Kupfer, Chlor und Schwefel. Behandelt man sie mit Salpetersäure, so scheidet sich viel Chlorsilber ab, aber die kupferreiche Lösung enthält noch ein wenig Silber, welches als unverändertes Schwefelsilber vorhanden ist. Behandelt man sie aber mit Ammoniak, so entsteht eine blaue Lösung, welche kein Silber, aber alles Chlor enthält, und dieser Chlorgehalt ist genau so gross, als er zur Bildung von Chlorsilber, der gefundenen Silbermenge gemäss, sein muss. Schon hieraus lässt sich schliessen, dass die Substanz Chlorsilber und Kupfer enthält, und dass bei Gegenwart von Ammoniak

$$2\,AgCl : Cu = CuCl^2 : 2\,Ag$$

entstehen. Auch hat Karsten schon längst bewiesen, dass eine Lösung von Kupferchlorid in Ammoniak Silber nicht angreift.

Die Analyse der schwarzen Substanz wies neben Chlorsilber 5,2 Silber = 6,0 Ag^2S als ungesetzt nach, im Übrigen aber

Silber	78,3
Chlor	25,8
Kupfer	48,3
Schwefel	12,7
	165,1

78,3 Ag erfordern 11,7 S = 90 Ag^2S. Die einzelnen Elemente stehen in dem Verhältniss $Ag^2 : Cu^2 : Cl^2 : S$. Demnach müssten sie ein

Silber	78,3	= 87,0
Chlor	25,7	28,6
Kupfer	46,0	51,1
Schwefel	11,7	13,0
	161,7	179,7

Der Mangel an Übereinstimmung erklärt sich, wenn man bedenkt, dass 100 — 6 = 94 p. C. Schwefelsilber zersetzt, das Chlorsilber der 4 p. C. Silber aber im Chlornatrium gelöst war.

Nach diesen Versuchen ist die aus der Wirkung von Schwefel-

silber auf Kupferchlorür entstehende Substanz ein Gemenge von Chlorsilber und Schwefelkupfer, und der Vorgang ist:

$$Ag^2S : Cu^2Cl^2 = 2AgCl , Cu^2S$$

und 100 Ag^2S sollten 180 Th. dieses Gemenges liefern.

Ich habe mich nicht begnügt, Kupferchlorür, aufgelöst in Chlornatrium, anzuwenden, sondern habe auch das Chlorür direct mit frisch gefälltem Schwefelsilber und Wasser erhitzt. Es lässt sich freilich hierbei nicht vermeiden, dass das Produkt der beiden Körper mit überschüssigem Kupferchlorür gemengt ist, welches beim Auswaschen theilweise zu grünem Oxychlorid wird. Deshalb musste die Fällung mit einer Lösung von Chlornatrium und hierauf mit sehr verdünnter Chlorwasserstoffsäure auf dem Filtrum behandelt werden. Die trockne Masse erschien schwarz, und betrug für 100 Th. Schwefelsilber 171,1 Th. Sie gab bei der Analyse

Silber	79,4	105,5 AgCl
Chlor	26,1	
Kupfer	50,1	
Schwefel	12,4	
	168,0	

Die fehlende Silbermenge = 87 — 79,4 = 7,6 befand sich in Form von 10,1 AgCl in der Kupferlösung. Rechnet man sie hinzu, so hat man

Silber	87,0
Chlor	28,6
Kupfer	50,1
Schwefel	12,4
	178,1

Hier sind die At. von Ag : Cu : S = 2 : 2 : 1, das Ganze ist also

$2AgCl + Cu^2S$

berechnet	
Silber	87,0
Chlor	28,6
Kupfer	51,1
Schwefel	13,0
	179,7

Diese Versuche stimmen unter sich vollkommen überein und es ist in der That unbegreiflich, wie Malaguti und Durocher die

ganz falsche Behauptung aufstellen konnten, Kupferchlorür verwandle Schwefelsilber in metallisches Silber.

Ein dritter Versuch betraf das Verhalten des Kupferchlorürs zu Schwefelsilber unter Zusatz von Zink, obwohl sich der Erfolg leicht voraussehen liess. Nach dem Erhitzen des Schwefelsilbers mit einer Lösung von Kupferchlorür in Chlornatrium wurde die Flüssigkeit dekantirt und die Fällung mit Chlornatriumlösung und Zink erhitzt.

100 Th. Schwefelsilber gaben 147,5 grauer Abscheidung, und diese enthielt

Silber	79,0
Kupfer	59,2
Schwefel	13,6
Chlor	1,5
	153,3

In der kupferreichen Flüssigkeit waren mithin noch 8 Th. Silber enthalten; fügt man diese hinzu, so hat man

Silber	87,0
Kupfer	59,2
Schwefel	13,6
Chlor	1,5
	161,3

Oder nach Abzug von 1,5 Chlor und 2,7 Kupfer = 4,2 Cu^2Cl^2

Silber	87,0
Kupfer	56,5
Schwefel	13,6
	157,1

Dies ist, abgesehen von einem kleinen Überschuss von Kupfer, welches aus dem Chlorür durch Zink reducirt war,

$$Ag^2Cu^2S = 2Ag, Cu^2S,$$

berechnet zu

Silber	87,0
Kupfer	51,1
Schwefel	12,9
	151

ganz in Übereinstimmung mit den angeführten Versuchen.

III. Kupferchlorür und Arsensilberblende.

Kocht man fein gepulvertes lichtes Rothgültigerz mit einer Lösung von Kupferchlorür in Chlornatrium, so verwandelt es sich in ein graues Pulver.

Wird dasselbe, nachdem es mit einer Kochsalzlösung, dann mit heissem Wasser längere Zeit ausgewaschen ist, mit Ammoniak digerirt, so bildet sich eine blaue Lösung und es bleibt ein unlöslicher Rest. Erstere bleibt beim Ansäuern mit Salpetersäure klar und enthält nur Kupfer, etwas Arsen und Chlor.

Die Analyse des aus 100 Th. Erz erhaltenen Produkts gab:

Silber	60,5
Kupfer	21,9
Arsen	9,2
Schwefel	19,4
Chlor	6,4
	117,4

In dem kupferhaltigen Filtrat fanden sich noch 4,7 Silber in Form von 6,3 Chlorsilber, so dass im Ganzen 65,2 Silber gewonnen wurden. Es ergiebt sich also, dass die ganze Menge des Silbers und des Schwefels, vom Arsen aber nur 60 p. C. $= \frac{3}{5}$ erhalten werden.

Will man den Hergang richtig deuten, so muss man das in dem festen Produkt gefundene Verhältniss Ag : Cu auf die Gesammtmenge des Silbers berechnen, und findet dann, dass der Process in folgender Art vor sich gegangen sein muss:

$$3\,Ag^3AsS^3 : 7\,CuCl = Ag^9Cu^6As^3S^6Cl^2 ; \text{ und } CuCl^2 , AsCl^2.$$

	Gefunden.	Berechnet.
Silber	65,2	65,5
Kupfer	23,8	25,6
Arsen	9,2	10,1
Schwefel	19,4	19,4
Chlor	6,4	4,8
	124,0	125,4

Die festen Produkte lassen sich betrachten als

$$7\,Ag , 2\,AgCl , 3\,Cu^2S , As^2S^3.$$

Die Gegenwart des Chlorsilbers lässt sich durch Ammoniak nicht nachweisen, weil, wie wir weiterhin sehen werden, Chlorsilber und

Schwefelkupfer durch Ammoniak in Schwefelsilber und Chlorkupfer umgesetzt werden.

Kocht man das Erz mit der Kupferchlorürlösung, entfernt den Überschuss derselben und behandelt den festen Rückstand mit Kochsalzlösung, Zink und Quecksilber, so bildet sich sogleich Silberamalgam und das Filtrat enthält viel arsenige Säure.

IV. Kupferchlorür und Schwefelantimon.

Eine Auflösung des Chlorürs in Chlornatrium greift Schwefelantimon beim Digeriren und Sieden an, und verwandelt dasselbe in ein schwarzes Pulver, dessen Menge in zwei Versuchen 117 und 118,4 Th. von 100 Th. Sb^2S^3 betrug.

Dieses Produkt hat eine complicirte und offenbar wechselnde Mischung. In einem Versuche gab es

Schwefel	16,6
Antimon	52,5
Kupfer	40,2
Chlor	3,8
	113,1

Das Fehlende ist Sauerstoff.

Der Schwefel reicht nur hin, um 41,5 Antimon zu binden; für Kupfer bleibt mithin keiner übrig. Die Substanz giebt bei Behandlung mit Ammoniak keinen blauen Auszug, es enthält derselbe nur Chlor und eine gewisse Menge Antimon, woraus sich schliessen lässt, dass Antimonoxychlorid vorhanden ist.

Die Mischung ist annähernd als

$$2\,SbClO\,,\,3\,Sb^2S^3\,,\,12\,Cu$$

aufzufassen, berechnet = 15,2 Schwefel, 50,7 Antimon, 40,2 Kupfer, 3,8 Chlor.

In diesem Gemisch befinden sich $\frac{3}{4}$ des Antimons und $\frac{1}{4}$ des Schwefels. Aus dem Filtrat sondert sich beim Stehen ein weisses Pulver ab, welches frei von Kupfer ist und alle Reactionen der Antimonsäure giebt.

Ich habe die Einwirkung des Kupferchlorürs auf Schwefelantimon und Rothgültigerz deshalb untersucht, weil man in Chile eine Art Fässeramalgamation eingeführt hat, bei welcher Kupferchlorür als Magistral dient. Nach Krönke, dem Urheber dieses Verfahrens, ginge hierbei das Antimon in Lösung, indem

$2Ag^3SbS^3 : 3Cu^2Cl^2 = 3Ag^2S , 3Cu^2S$ und $2SbCl^3$.

Das zuvor Mitgetheilte beweist, dass eine solche Deplacirung des Antimons gar nicht stattfindet.

V. Kupferchlorür und Antimonsilberblende.

100 Th. Ag^3SbS^3 gaben, mit einer Auflösung von Cu^2Cl^2 in Kochsalz digerirt, eine schwarze Abscheidung = 111 p. C. Und während jene

17,7 S , 22,5 Sb und 59,8 Ag

sind, fanden sich in dem Absatz

Silber	51,0
Kupfer	13,1
Antimon	22,5
Schwefel	18,3
	104,9

Nimmt man das Fehlende für Chlor, so besteht das Ganze aus

Silber	32,5
Silber	18,5
Chlor	6,1
Kupfer	13,1
Antimon	22,5
Schwefel	18,3
	111,0

Man kann sich den Vorgang einfach so vorstellen:

$2Ag^3SbS^3 : Cu^2Cl^2 = 2Ag , 2AgCl , Ag^2S , 2CuS , Sb^2S^3$
(oder $2AgCl , 2Ag^2S , Cu^2S , Sb^2S^3$)

wonach die Abscheidung enthalten muss

Silber	59,8
Chlor	6,6
Kupfer	11,7
Antimon	22,5
Schwefel	17,7
	118,3

Da nur 111 erhalten wurden, müssen 7,3 Chlorsilber durch das Chlornatrium aufgelöst sein.

Das Verhalten des Chlorsilbers zu Schwefelkupfer bei Gegenwart von Ammoniak.

1) Zu Dikupfersulfuret.

Karsten[1]) fand, dass Chlorsilber in einer Auflösung von Ammoniak das Schwefelkupfer zersetzt, wobei wir annehmen müssen, dass hier das dem Oxydul entsprechende Dikupfersulfuret gemeint sei. Es soll sich metallisches Silber bilden, d. h. der Vorgang soll sein:

$$2\,AgCl : Cu^2S = 2\,Ag\,;\ CuS\,;\ CuCl^2.$$

Dagegen fanden Malaguti und Durocher[2]), dass bei Anwendung von natürlichem Schwefelkupfer (Cu^2S) sich Silber und Schwefelsilber bilden, also

$$4\,AgCl : Cu^2S = 2\,Ag\,;\ Ag^2S\,;\ 2\,CuCl^2.$$

Ich habe deshalb hierüber Versuche angestellt, bei welchen aus gewogenen Mengen salpetersauren Silbers Chlorsilber gefällt und dieses, in Ammoniak gelöst, mit gleichfalls gewogenen Mengen künstlich dargestellten und fein geriebenen Cu^2S behandelt wurden.

I. $2\,AgCl : Cu^2S$.

5,106 Chlorsilber wurden mit Ammoniakflüssigkeit bis zur Lösung erhitzt, dann 2,826 Schwefelkupfer eingetragen, und das Gemisch im Sandbade 24 Stunden digerirt. Das graue krystallinische Pulver war = 5,091.

Auf Atz. berechnet, waren vorhanden

$2\,Ag = 216$	$2\,Cu = 126{,}8$
$2\,Cl = 71$	$S = 32$

Das Unlösliche war 286,1 und seine Analyse ergab

Silber	195,0
Kupfer	56,7
Schwefel	29,2

d. h. $2\,Ag : Cu : S$. Das Ansehen des Pulvers und sein Verhalten

---

[1]) Dessen Archiv (2) 25, 184.

[2]) Récherches sur l'association de l'argent aux minéraux metalliques. Paris 1850. 283.

gegen Reagentien beweisen, dass es ein Gemenge von 2Ag und CuS ist.

Die blaue Lösung enthält den Rest des Silbers (21 Th.); sie giebt mit Chlorwasserstoffsäure einen Niederschlag von Chlorsilber, woraus folgt, dass etwas Chlorsilber, etwa $\frac{1}{10}$, der Zersetzung entgangen war.

Die Kupfermengen im Abgeschiedenen und in der Flüssigkeit sollten der obigen Formel gemäss = 1 : 1 sein; der Versuch hat 56,7 : 70,1 = 0,8 : 1 ergeben, weil etwas Chlorsilber, wie gesagt, nicht zersetzt wurde.

II. $4AgCl : Cu^2S$.

6,237 Chlorsilber und 1,726 Schwefelkupfer wurden in gleicher Art behandelt. Der Absatz war ein schweres graues Pulver, = 4,292. Hier traten in Wirkung

4 Ag = 432	2 Cu = 126,8
4 Cl = 142	S = 32

Es wurden 395 abgeschieden, deren Analyse, nach Abzug von 10,3 unverändertem krystallisirtem Chlorsilber ergab

Silber	339,8
Kupfer	4,7
Schwefel	27,0

d. h. 42,6 At. Ag : Cu : 11,4 S oder CuS : 31,2 Ag^2S : 21,8 Ag, oder im Wesentlichen Ag^2S : 2 Ag, welches Verhältniss die Mengen beider = 1,43 : 1 ergiebt, während die Rechnung 31 : 27 erfordert.

Auch hier enthielt die Kupferlösung noch Silber, und zwar 92 Th., so dass die Silbermengen in ihr und in der Abscheidung fast in dem Verhältniss 1 : 4 stehen, während nur $\frac{1}{27}$ des Kupfers sich in letzterer fand.

Hiernach erklären sich die Angaben von Karsten einerseits und von Malaguti und Durocher andererseits.

Bei dem Verhältniss $2AgCl : Cu^2S$ werden 2 Ag und CuS abgeschieden; bei $4AgCl : Cu^2S$ ist fast kein Kupfer in der Fällung, und diese ist wesentlich 2 Ag und Ag^2S.

2) Zu Kupfersulfuret.

Aus gewogenen Mengen salpetersauren Silbers und schwefelsauren Kupfers wurden Chlorsilber und Schwefelkupfer in dem Verhältniss von $4AgCl : CuS$ dargestellt, jenes in Ammoniak ge-

löst und dann letzteres hinzugefügt; nach dem Digeriren und Erhitzen bis zum Sieden ward der schwarze Rückstand von der blauen Flüssigkeit abgeschieden.

Auf 100 Th. Chlorsilber = 75,26 Silber und 24,74 Chlor wurden 72,6 von jenem erhalten, oder, wenn man von 2 Mol. Chlorsilber = 287 Th. = 216 Silber und 71 Chlor ausgeht, 208,3 Th.

Diese schwarze Substanz besteht nur aus Chlorsilber und Schwefelsilber und enthält kein Kupfer, denn die Analyse gab

Silber	36,1	47,8 $AgCl$
Chlor	11,7	
Silber	138,9	159,5 Ag^2S
Schwefel	20,6	
	207,3.	

Die Substanz ist also $AgCl + 2Ag^2S$. Und da 20,6 Schwefel an 40,8 Kupfer gebunden waren, und in der blauen ammoniakalischen Flüssigkeit der fehlende Antheil Chlorsilber = 112 Silber und 37 Chlor enthalten sein musste, während die für 138,9 Th. Silber erforderliche Chlormenge 45,7 beträgt, welche sich mit jenen 40,8 Kupfer vorher in Verbindung befanden, so war der Vorgang:

$4AgCl : CuS$ oder $8AgCl : 2CuS = AgCl + 2Ag^2S$ ungelöst,
$3AgCl + 2CuCl^2$ in der Lösung.

Mithin war die Hälfte des Chlorsilbers in Schwefelsilber verwandelt, d. h.

$$2AgCl : CuS = Ag^2S , CuCl^2.$$

Das Verhalten des Schwefelsilbers und des Rothgültigerzes bei Gegenwart von Metallen.

Schwefelsilber wird von verdünnter Chlorwasserstoffsäure nicht zersetzt. Percy hat jedoch gefunden, dass durch Zusatz von Zink oder Eisen eine Zersetzung erfolge, und während Schwefelwasserstoff entweicht, metallisches Silber gefällt wird.

Diese Beobachtung ist richtig. 100 Th. Schwefelsilber gaben bei Anwendung von Zink einen schwarzen Rückstand, aus welchem Ammoniak kein Chlorsilber auszog, der in Salpetersäure sich löste, und durch die Bestimmung des Schwefels zeigte, dass nur 3,8 p. C. des Schwefelsilbers unzersetzt geblieben waren.

Fügt man bei diesem Versuch Quecksilber hinzu, so bildet sich in kurzer Zeit Silberamalgam.

Die Reduction des Schwefelsilbers erfolgt allerdings durch Eisen auch ohne Gegenwart von Säure, wenigstens nach Malaguti und Durocher bei einer T. von 100°. Dieselbe Wirkung hat nach den Genannten und nach Percy feinzertheiltes Kupfer.

Quecksilber zersetzt ebenfalls Schwefelsilber beim Reiben unter Zusatz von Wasser. Karsten hat diese Einwirkung bei natürlichem und künstlichem Schwefelsilber verfolgt.

Schon Sonneschmid schlug vor, geschwefelte Silbererze direct mit Quecksilber und Chlorwasserstoffsäure zu behandeln. Obwohl nun dieser Vorschlag praktisch kaum einen Werth hat, ist doch zu bemerken, dass Jackson bei Anwendung von Schwefelsilber und Wärme ein Amalgam erhielt, in welchem 95 p. C. des Silbers enthalten waren.

Gleich dem reinen Schwefelsilber werden auch seine natürlichen Sulfosalze von verdünnter Chlorwasserstoffsäure nicht angegriffen. Erhitzt man aber Rothgültigerz mit jener und setzt Zink hinzu, so entwickelt sich Schwefelwasserstoff, das Pulver nimmt eine dunkle Farbe an und die Flüssigkeit enthält Antimon. Jedoch ist die Zersetzung sehr unvollständig; eine Probe von dunklem Rothgültigerz hatte hierbei nur 1,5 p. C. am Gewicht verloren.

Das Verhalten des Schwefelsilbers und Rothgültigerzes zu Metallen.

Wird (künstlich bereitetes) Schwefelsilber mit Quecksilber und Wasser einige Zeit gekocht, und das Feste möglichst gut vom Quecksilber getrennt, so findet man darin neben Schwefelquecksilber noch viel Schwefelsilber. In einem Versuch waren nur 12 p. C. des Schwefelsilbers zersetzt.

Wird der Versuch unter Zusatz von Eisen in Pulverform angestellt, so geht die Zersetzung weit besser von statten. In einem Versuche befanden sich in dem festen vom Silberamalgam getrennten Rückstande nur 4,8 p. C. des angewandten Schwefelsilbers, es waren also 95,2 p. C. zersetzt!

Wendet man statt des Schwefelsilbers Rothgültigerz an, so sieht man, dass die Wirkung des Quecksilbers, welche sich durch eine Schwärzung des Pulvers zu erkennen giebt, nur bei Luftzutritt

sichtbar wird. Die Zersetzung ist jedoch eine beschränkte, und in der Flüssigkeit findet sich etwas Antimon, aber keine Schwefelsäure.

Kocht man (lichtes) Rothgültigerz mit Wasser, Zink und Quecksilber, so tritt ebenfalls eine gewisse Wirkung ein, die Flüssigkeit enthält arsenige Säure und giebt zugleich durch ihr Verhalten gegen Silbersalze die Gegenwart einer geringen Menge einer Polythionsäure zu erkennen.

Die Zersetzung des Chlorsilbers durch Metalle.

Die Wirkung der Metalle auf Chlorsilber auf nassem Wege ist besonders durch Karsten untersucht worden, und man weiss, dass Zink und Eisen am besten die Reduction bewirken, so dass letzteres bei der Amalgamation verwendet wurde.

Das Verhalten des Chlorsilbers zu Quecksilber ist besonders für die amerikanische Amalgamation wichtig, allein schon Karsten hebt hervor, dass es sehr langsam wirke, ja Boussingault behauptet, dass das Chlorsilber nur dann vom Quecksilber zersetzt werde, wenn es in Chlornatrium gelöst sei.

In der That wird frisch gefälltes Chlorsilber, mit Wasser und Quecksilber unter häufigem Umschütteln längere Zeit in Berührung, kaum verändert.

Nach Karsten wird bei der Reduction von Chlorsilber durch Kupferamalgam nur Quecksilberchlorür gebildet. Ich kann dies nicht bestätigen, denn immer entstand eine kupferhaltige Flüssigkeit.

Hr. E. du Bois-Reymond las eine Mittheilung der Herren Dr. H. Kronecker und Cand. med. S. Meltzer:

Über den Schluckmechanismus und dessen nervöse Hemmungen.

Hr. Dr. Falk hatte in Gemeinschaft mit dem Einen (K.) von uns im Allgemeinen nachgewiesen [1]), dass das Schlucken nicht so erfolgt, wie bisher gelehrt worden ist; wonach der Bissen oder

[1]) Verhandl. d. physiol. Ges. zu Berlin in E. du Bois-Reymond's Archiv f. Physiol. 1880. Heft 3.

Schluck von der fest umschliessenden Pharynxmusculatur in den Oesophagus gedrängt und dort durch Peristaltik desselben weiter befördert wird, sondern dass der eigentliche Schluckact, wenigstens bei Menschen und Hunden durch die schnelle Contraction quergestreifter Muskeln bewerkstelligt wird. Die Rachenhöhle ist nämlich beim normalen Schlucken luftdicht abgeschlossen, einem Spritzenraume vergleichbar, dessen Stempel die Zungenwurzel nebst Kehlkopf bildet. Hierdurch werden alle in diesem Raume angesammelten Massen (auch flüssige und gasförmige) nach dem Orte geringsten Widerstandes verdrängt, d. h. durch den Oesophagus in den Magen gespritzt, bevor noch die Peristaltik sich geltend machen kann.

Dauer und Folge der einzelnen Acte beim Schlucken sind durch Versuche, welche der Andere (M.) von uns auch an sich selbst angestellt hat, gemessen worden[1]). Ein Schluck Wasser gelangt demzufolge in weniger als 0,1″ bis in den Magen, während die Peristaltik erst nach etwa 7″ die Kardia erreicht hat.

Die verschiedenen Schluckmomente wurden (nach den ersten Versuchen) mit Hülfe nur eines schwach aufgeblasenen dünnen Kautschukballon markirt, welcher über das blinde Ende einer Schlundsonde gebunden war, so dass er die Seitenlöcher durch biegsame Membranen schloss. Die Stösse und Eindrücke, welche der Ballon erfuhr, wurden einer Marey'schen Luftkapsel zugeleitet, deren Schreibhebel auf dem berussten rotirenden Cylinder eines Kymographion zeichnete.

Es erschien uns nunmehr wesentlich, die langsamen Phasen der Schluckbewegung im Zusammenhange mit dem ersten Acte zu studiren. Die Beförderung der geschluckten Massen durch den Oesophagus erfolgt, wie oben erwähnt, so schnell, dass die zeitliche Differenz zwischen dem Anfange des Schluckens und dem Passiren der Flüssigkeit an dem markirenden Ballon vorbei vernachlässigt werden durfte. Daher gilt uns die erste (kurze) Schluckmarke als Zeichen des Schluckbeginnes. Diese Marke ist meist im Sinne der Compression und wächst, wie in unserer citirten Mittheilung erwähnt ist, mit der Grösse des Schlucks. Wenn aber leer geschluckt wird, d. h. ohne aufgenommene Massen, dann erscheint häufig anstatt der positiven Schluckmarke eine negative,

[1]) A. a. O. 1880. Heft 4.

zum Zeichen, dass der Druck auf den Ballon verringert wird Dies rührt daher, dass mit dem Beginne des Schluckens der Oesophagus durch die sich contrahirenden *Mm. thyreohyoidei* nach oben gezogen, durch die *Mm. Geniohyoidei* geöffnet wird.

Die zweite Schluckmarke, deren Länge die Dauer des Druckes angiebt, welcher seitens der contrahirten Oesophagusmuskulatur an den Sondenballon ausgeübt worden war, hat gezeigt, dass in dem obersten Theile des menschlichen Oesophagus (bis etwa 7 Cm. von der unteren Grenze des Schlundkopfes) die Contraction 2″ bis 3″ dauert; dass in den tiefen (Brust) Theilen des Oesophagus (etwa vom 12ten Cm. seiner Länge an bis zur Kardia) die Contraction 8″ bis 9″ währt. Der Übergang von den Orten kürzerer zu denjenigen längerer Contractionen geschieht auf der kurzen Strecke von etwa 4 Centimeter Länge (in der Höhe des *Manubrium Sterni*). Dies ist ein physiologisches Merkmal (E. Weber), dass hier der Übergang der quergestreiften Musculatur in die glatte stattfindet.

Zunächst bot sich die Aufgabe das Intervall zwischen der ersten und der zweiten Schluckmarke (d. h. die Latenzzeit der Erregung an der untersuchten Stelle) zu bestimmen, um die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der peristaltischen Welle zu messen. Wir bemerkten, dass die Intervalle nicht allmählich sondern sprungweise zunehmen, derart, dass in dem oberen Abschnitte des Oesophagus (etwa in einer 8 Cm. langen Strecke) die Latenzzeit 1″ bis 1,5″ beträgt; dass in einem folgenden Abschnitte (von etwa 8 Cm. Länge) die Latenzzeit 3″ bis 3,5″ dauert; dass der unterste Abschnitt (welcher nicht so klare Daten giebt) sich nach einer Latenz von ungefähr 5,5″ bis 7″ contrahirt. Innerhalb jedes Abschnittes ist eine geringe continuirliche Zunahme der Latenz in den erwähnten Grenzen bemerklich, welche auf eine relativ schnelle peristaltische Fortpflanzung der Contraction in dem Gebiete jedes Abschnittes zurückgeführt werden muss. Mosso hat in seiner Arbeit „Über die Bewegungen der Speiseröhre“ [1]) experimentell nachgewiesen, dass die Fortpflanzung der Erregung des Oesophagus nicht in den Wandungen desselben geschieht, sondern auch nach Ausschneiden eines ganzen Ringes unverändert zu

---

[1]) Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Bd. XI Heft 4. No. XVII.

Stande kommt, also in aussen gelegenen Nervenbahnen erfolgt. Hieraus war schon zu schliessen, dass es Ganglien sind, die in eine Reihe geordnet ihre Erregungen aufeinander übertragen.

Durch unsere Versuche wird es nun höchst wahrscheinlich, dass diese Ganglien in drei Haufen geordnet sind, deren jeder in sich engere Verbindungen hat als mit seinen Nachbarn. Nahe bei diesen drei Ganglienhaufen muss aber auch ein vierter gelagert sein, welcher den ersten reflectorischen Schluckact auslöst, den wir durch die erste Schluckmarke bezeichnet finden.

Dieses oberste Schlucknervencentrum ist lockerer mit den unteren drei verbunden als diese untereinander, denn wir haben gefunden, dass die drei Abschnitte des Oesophagus sich in gesetzmässiger Folge (von oben nach unten) contrahiren können, auch ohne dass ein erster Schluckact erfolgt ist. Dies geschieht in Folge des „Aufstossens", (das in den Curven durch eine deutliche Marke gekenntzeichnet wird) welches demgemäss einen separaten Reiz auf die drei unteren Schluckganglienhaufen ausübt.

Es erschien uns wünschenswerth zu untersuchen, in welcher Weise die reflectorischen Oesophaguscontractionen verlängert werden durch Summationen der normalen Antriebe d. h. durch Wiederholung des ersten Schluckactes. — Ferner war es interessant zu erfahren, ob eine zweite Schluckbewegung im Stande sei, die Flüssigkeit durch die noch in Contraction befindlichen Oesophagusstellen hindurch zu spritzen.

Auf diese Frage gab uns die Natur eine überraschend schöne Antwort:

Wenn man eine Reihe von Schlucken schnell auf einander folgen lässt, wie es geschieht, wenn man ein Glas voll Flüssigkeit in einem Zuge leert, so sieht man bei Beobachtung mittels der markirenden Schlundsonde nur nach dem letzten Schluckstoese eine Oesophaguscontraction erfolgen, und zwar in derselben Entfernung von der letzten Anfangsschluckmarke, wie wenn diese allein durch einen einfachen Schluck ausgelöst worden wäre.

I. Hieraus erfahren wir unmittelbar, dass jeder Anfangsschluckact nicht nur die dazu gehörige Oesophaguscontraction anregt, sondern zugleich die zuvor etwa ausgelösten aber noch nicht manifesten Oesophaguscontractionen hemmt.

Als wir die zeitlichen Verhältnisse dieser neuen Hemmungswirkung untersuchten, fanden wir, dass der hemmende Schluckact noch kurz vor Beginn der aus dem untersuchten Abschnitte des Oesophagus eintretenden Contraction dieselbe zu verhindern vermag. Hiernach ist es wahrscheinlich, dass die hemmende Erregung auf directen Nervenwegen der motorischen Erregung, die durch die Ganglienhaufen vorschreitet, voraneilt.

Wenn ein zweiter Schluck eintritt, während die dem ersten folgende Oesophaguscontraction bereits begonnen hat, also gemäss Satz I. nicht mehr zu hemmen ist, so beginnt die dem zweiten Schlucke entsprechende Oesophaguscontraction ebenso spät, als wenn das zweite Schlucken erst nach Beendigung der ersten Oesophaguscontraction erfolgt wäre.

Mit anderen Worten:

II. Der zweite motorische Reiz wird erst wirksam, wenn die dem ersten folgende Bewegung vorüber ist.

Diese letzte Erscheinung hat grosse Analogie mit den Verhältnissen, welche bei Erregung der Herzvagi oder directer Reizung der Froschherzen mit einzelnen Inductionsschlägen gefunden worden sind (Donders, H. Kronecker und W. Stirling, Marey).

Es blieb nunmehr die wichtige Aufgabe: die anatomischen Wege zu finden, auf welchen diese Hemmung geleitet wird.

Da längst bekannt ist, dass durch Vagusbahnen die Impulse zu Erregungen des Oesophagus geleitet werden, da auch vom Trigeminus Schluckbewegungen ausgelöst werden, so lag es für uns nahe, diejenigen Nervenendigungen als Empfänger der hemmenden Reize anzusehen, welche ausser den genannten in Mund und Rachen reichlich verbreitet sind.

Dies sind die Verzweigungen des neunten Hirnnervenpaares, der *Nn. Glossopharyngei.* In dieser Vermuthung wurden wir bestärkt durch die Angaben mehrerer Forscher (Panizza, Reid, Longet, Valentin u. A.) dass weder die Durchschneidung der *Glossopharyngei* die Schluckbewegung aufhebt, noch Reizung derselben sie veranlasst, woraus bisher zu schliessen war, dass die genannten Nerven mit der Schluckbewegung im Wesentlichen Nichts zu thun haben.

Wir haben nun durch Versuche an Hunden, denen beide Glosso-

pharyngeusstämme, so wie auch einzelne Äste mechanisch und elektrisch gereizt worden sind, Folgendes gefunden:

III. Wenn der gesammte Glossopharyngeus erregt wird, so kommt auch bei stärksten Schluck-Reizen (durch Füllen des Rachens mit Flüssigkeit oder Reizung der *Nn. Laryngei superiores*) keinerlei Schluckbewegung zu Stande: weder der erste reflectorische Schluckact noch eine Oesophaguscontraction.

IV. Wenn Pharyngealäste einzeln gereizt werden, so machen sich die Hemmungserscheinungen in dem Hals- oder in dem Brusttheile des Oesophagus geltend.

Es scheint, dass auch der Lingualast, gesondert gereizt, den ersten Schluckact hemmt, wie die Hemmungsfasern der Pharyngealäste die gesonderten Oesophagusabschnitte beherrschen. Diese letzteren Äste verlaufen nicht selten gemeinschaftlich mit den Pharyngealästen des Vagus, so dass, wie die anatomische Sonderung des neunten und zehnten Nervenpaares, so auch die physiologische nicht vollkommen durchführbar ist.

Beim Kaninchen ist es nicht schwer, die Hemmungswirkung des *Nervus Glossopharyngeus* auf den Ablauf der Schluckacte in folgender Art zu zeigen. Wenn man durch elektrische Reizung der *Nervi laryngei superiores* eine Schluckbewegung ausgelöst hat, so sieht man an dem freigelegten Halstheile des Oesophagus, etwa 1″ nach der Hebung des Kehlkopfs, die (bei den Nagern schnelle) Oesophaguscontraction ablaufen. Wenn man nunmehr sogleich nach der Kehlkopfhebung, welche den ersten Schluckact markirt, die *Nn. Glossopharyngei* kurze Zeit tetanisirt, so bleibt die Oesophaguscontraction aus.

V. Wenn der Nervus Glossopharyngeus durchtrennt ist, so geräth der Oesophagus in tonischen Krampf, welcher mehr als einen Tag lang andauern kann.

Hierdurch werden Beobachtungen erklärlich, welche Goltz in seinen „Studien über die Bewegungen der Speiseröhre und des Magens der Frösche“ [1]) mitgetheilt hat. Er fand, dass die Speiseröhre in einen viele Stunden anhaltenden Krampf gerieth, wenn er

[1]) Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. 1872. Bd. VI. S. 616.

Gehirn und Rückenmark zerstört, oder die *Nn. Vagi* durchschni ten hatte. In vorurtheilsfreier Erwägung kommt er zu dem Schluss dass die normale Ruhe des Oesophagus von directen Einflüsse der *Medulla oblongata* abhängig ist, welche durch Vermittelun der Vagusnerven auf die Speiseröhre (und den Magen) wirkt; „da dieser beruhigende Einfluss sehr räthselhafter Natur ist und a eigentliche Hemmungsfasern nicht zurückgeführt werden kann".

27. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Jahrestages Friedrich's II.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar, Hr. Auwers, eröffnete die Sitzung mit einer Festrede.

Sodann berichtete derselbe über die seit der letzten gleichnamigen Sitzung eingetretenen Personalveränderungen. Die Akademie hat im Laufe des Jahres ihre ordentlichen Mitglieder Harms, Buschmann, Nitzsch, Borchardt und Bruns, von ihren auswärtigen Mitgliedern den Mathematiker Chasles, und die Correspondenten Morin, Moser, Peters und Miller aus der physikalisch-mathematischen Klasse, Spengel aus der philosophisch-historischen Klasse durch den Tod verloren. Neu gewählt sind als ordentliche Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse die HH. Munk und Eichler, zum auswärtigen Mitgliede Hr. J. B. Dumas in Paris und zum Ehrenmitgliede der Akademie Hr. C. J. Malmsten in Upsala. Zu Correspondenten der physikalisch-mathematischen Klasse sind ernannt die Herren Dedekind in Braunschweig, Smith in Oxford, Betti in Pisa, Beltrami in Pavia, Brioschi in Mailand, Schröter in Breslau, Wild in St. Petersburg, Fuchs in Heidelberg; zu Correspondenten der philosophisch-historischen Klasse die HH. F. Keller in Zürich, Kielhorn in Poonah und Jagić in St. Petersburg.

Hr. du Bois-Reymond als Vorsitzender des Curatoriums der Humboldt-Stiftung verlas folgenden Bericht:

Das Curatorium der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen erstattet statutenmässig Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre.

Mit dem Ende dieses Jahres lief die vierjährige Wahlperiode der drei wählbaren Mitglieder des Curatoriums ab; dieselben wurden durch statutenmässige Neuwahl seitens der Königl. Akademie der Wissenschaften in ihren Ämtern bestätigt.

Der Vortragende in Verbindung mit Hrn. Prof. G. Fritsch ist im Begriff die Bearbeitung der Beobachtungen über den Zitter-

aal (*Gymnotus electricus*) herauszugeben, welche der verstorbene Dr. Carl Sachs im Jahre 1876—77 mit Stiftungsmitteln in Südamerika anstellte.

Die im vorigen Jahre in der entsprechenden Sitzung mitgetheilten letzten Nachrichten von dem jetzigen Reisenden der Stiftung, Hrn. Dr. Otto Finsch, waren vom 30. September 1879 und kamen von der zu den Marshall-Inseln gehörigen Coralleninsel Jaluit, auf der er einen Monat zuvor angelangt war. Er hatte bald nach seiner Ankunft einen heftigen Fieberanfall überstanden, trotzdem aber schon ansehnliche Sammlungen zusammengebracht. Im October umfassten diese Sammlungen, nach späteren Briefen, ungefähr 30 Arten Vögel, 9 Arten Reptilien, viele Fische, Weichthiere und Krebse und 400 Exemplare Insecten. Unter dem 14. November 1879 berichtete Dr. Finsch über eine Reise nach dem Ratak-Atoll, von dem er wegen ungünstigen Wetters jedoch nur einen Tag lang die Insel Arno (Pedder) besuchen konnte, zu kurze Zeit, um Sammlungen anzulegen, aber doch lange genug, um die Übereinstimmung der Fauna mit der von Jaluit zu erkennen. Auf der nördlichsten Insel des Atolls, Dagelab, fand er grosse Brutcolonien von zwei Vogelarten (*Anous stolidus* und *melanogenys*), so wie sehr zahlreich die Wanderratte. In der zweiten Hälfte desselben Monats November begab sich Dr. Finsch nach den Gilbertinseln, und konnte von 42 Tagen, welche er von Jaluit abwesend war, sechs Tage am Lande zubringen, während welcher Zeit er etwa 300 ethnographische Gegenstände, ein Herbarium und eine zoologische Sammlung zusammenbrachte, welche letztere die grösste Übereinstimmung mit der von den Marshall-Inseln zeigt.

In der Zeit vom 15. Februar bis zum 30. März 1880 machte Dr. Finsch mit einem kleinen Schoner von 80 Tonnen eine Expedition von Jaluit nach den Carolinen-Inseln. Auf dieser Reise besuchte er die Inseln Kusshai (Ualan) und Ponapé (Ascension), legte dort werthvolle zoologische Sammlungen an, und hatte auch Gelegenheit, einige auf der Insel Ruk (Hogoleu) gesammelte Gegenstände zu erwerben. Über die Avifauna dieser Inseln hat er eine Abhandlung eingesandt; seine Mittheilungen über ein Grüberfeld von Hawaii und über die Bewohner von Ponapé hat Hr. Virchow veröffentlicht.

Endlich, am 21. Juli 1880, verliess der Reisende Jaluit, welches fast ein Jahr lang sein Standquartier gewesen war, und kam

am 30. desselben Monats nach kurzem Aufenthalt auf der Pleasant-Insel (Nawodo), in Matupi, an der Nordküste von Neu-Britannien, an. Hier hatte er, nach Briefen vom 15. und 31. August, und vom 27. October v. J., schon reichere zoologische Ausbeute gemacht (17 Arten Säugethiere, 66 Arten Vögel, 158 Nester und Eier, 31 Arten Reptilien, gegen 1200 Exemplare Insecten, etwa 23 Arten Echinodermen, etwa 60 Arten Fische und 40 Krebse). Er beabsichtigte besonders noch Neu-Irland und wo möglich Neu-Guinea selbst zu besuchen, und über Niederländisch-Ostindien, dessen Gouvernement er durch Vermittelung des Auswärtigen Amtes des Deutschen Reiches mit gewohnter Zuvorkommenheit dringend empfohlen ist, nach Europa zurückzukehren.

Vier der von Hrn. Dr. Finsch avisirten Sammlungen von den kleinen Inseln sind schon angekommen, eine fünfte ebendaher kündigte der erste Brief aus Matupi an.

Das Capital der Stiftung hat sich im vorigen Jahre um kleine Nachzahlungen aus dem v. Frantzius'schen Legate vermehrt. Die für das laufende Jahr für Stiftungszwecke verwendbare Summe beläuft sich, statutenmässig abgerundet, auf 12750 M.

Zum Schluss las Hr. Droysen eine Abhandlung über das Project einer preussischen Flotte vom Jahre 1751.

Verzeichniss der im Monat Januar 1881 eingegangenen Schriften.

Sitzungs-Berichte der math.-phys. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. Jahrg. 1881. Heft 1. München 1881. 8.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXII. Heft 3. Juli bis September 1880. Berlin 1880. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIII. N. 19. Berlin 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein. Jahrg. II. 1881. Heft 1. Januar. Berlin 1881. 8.

Jahrbücher des Vereins von Alterthumsfreunden im Rheinlande. Heft LXVI. LXVII. LXVIII. LXIX. Bonn 1879/80. 8.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere Deutsche Geschichtskunde. Bd. VI. Heft 2. Hannover 1881. 8.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1877. 1878. Halle 1877. 1878. 8.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 34. Heft IV. Leipzig 1880. 8.

Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Neue Folge. Bd. XV. Heft 1. 2. Würzburg 1880. 8.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. XXIX. Heft 1. Nebst Atlas. Bd. XXIX. Tafel I—V. Berlin 1881. 4. & fol.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den Deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrg. 1880. Heft VII. VIII. Juli. August. Berlin 1880. 4.

Monumenta Germaniae historica. — Poetarum latinorum Medii Aevi T. I. Pars I. *Recensuit Ern. Duemmler.* Berolini 1880. 4.

**Jacob Steiner's Gesammelte Werke.* Bd. I. *Herausgegeben von K. Weierstrass.* Berlin 1881. 8. 2 Ex.

*R. Hartmann, *Der Gorilla. Zoologisch-zootomische Untersuchungen.* Leipzig 1880. 4. 2 Ex.

W. Pertsch, *Die Arabischen Handschriften der Herzogl. Bibliothek zu Gotha.* Bd. III. Heft 1. Gotha 1880. 8.

E. Hartwig, *Beitrag zur Bestimmung der physischen Libration des Mondes.* Karlsruhe 1881. 4.

C. Bruhns, *Monatliche Berichte über die Resultate aus den meteorologischen Beobachtungen angestellt an den K. Sächsischen Stationen im Jahre 1879.* Leipzig 1880. 4.

R. Graf Stillfried und S. Haenle, *Das Buch vom Schwanenorden.* Berlin 1881. 4.

A. von Herzeele, *Die vegetabilische Entstehung des Kalks und der Magnesia.* Berlin 1881. 8.

J. M. Hildebrandt, *Ausflug zum Ambergebirge in Nord-Madagaskar.* 8. Sep.-Abdr.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Classe. Bd. LXXXI. Heft 1—5. 1880. Abth. III. Bd. LXXXII. Heft 1. 2. 1880. Abth. I. Bd. LXXXII. Heft 1. 2. 1880. Abth. II. Bd. LXXX. Heft 1. 2. Abth. III. Wien 1880. 8. Jahrg. 1881. N. II. 1881. 8.

Register zu den Bänden 76 bis 80 der Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der K. Akademie der Wissenschaften. IX. Wien 1880. 8.

Aus den Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften zu Wien. 1880. 12 Sep.-Abdr. 4.

Anzeiger der K. Akademie der Wissenschaften. — Mathem.-naturw. Classe. XVII. Jahrg. 1880. N. I—XXVIII. Wien 1880. 8.

Carinthia. Zeitschrift für Vaterlandskunde, Belehrung und Unterhaltung. Jahrgang 70. 1880. Klagenfurt. 8.

Archiv für österreichische Geschichte. Bd. 62. Hälfte 1. Wien 1880. 8.

Mittheilungen des historischen Vereines für Steiermark. Heft XXVIII. Graz 1880. 8.

Beiträge zur Kunde steiermärkischer Geschichtsquellen. Jahrg. 17. Graz 1880. 8.

Lotos. Jahrbuch für Naturwissenschaft. Neue Folge. Bd. I. Prag 1880. 8.

Ärztlicher Bericht des k. k. allgemeinen Krankenhauses zu Wien vom Jahre 1879. Wien 1880. 8.

Festschrift zur Erinnerung an die Feier der vor 700 Jahren stattgefundenen Erhebung der Steiermark zum Herzogthume (1180). Graz 1880. 8.

A. Boué, *Über den ehemaligen und jetzigen Stand der Geologie und Geogenie und die Untersuchungen und Methoden in diesen Richtungen.* Wien 1880. 8. Sep.-Abdr.

A. v. Kremer, *Über die grossen Seuchen des Orients.* Wien 1880. 8. Sep.-Abdr.

E. Brücke, *Über einige Consequenzen der Young-Helmholtz'schen Theorie.* Wien 1879. 8. Sep.-Abdr.

H. Wolf, *Geologische Gruben-Revier-Karte des Kohlenbeckens von Teplitz-Dux-Brüx im nordwestlichen Böhmen.* 1. Lief. Blatt 10, 13, 14 u. 16. Wien 1880. gr. fol.

— —, *Begleitworte zur geologischen Gruben-Revier-Karte.* Wien 1880. 8.

Th. Fellner, *Zur Geschichte der Attischen Finanzverwaltung im fünften und vierten Jahrhundert.* Wien 1879. 8. Sep.-Abdr.

B. Dudik, *Historische Forschungen in der K. Öffentlichen Bibliothek zu St. Petersburg.* Wien 1879. 8. Sep.-Abdr.

G. Winter, *Das Wiener-Neustädter Stadtrecht des XIII. Jahrhunderts.* Wien 1880. 8. Sep.-Abdr.

Erdélyi Muzeum. Sz. 10. Évtolyam VII. 1880. Sz. 1. Évtolyam VIII. 1881. Pest. 8.

Viestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. Godina III. Br. 1. Zagrebu 1881. 8.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLI, N. 2. Dec. 1880. London. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society. Vol. III. N. 1. January, 1881. London. 8.

Journal of the Chemical Society. Supplementary Number. 1880. Vols. XXXVII & XXXVIII. and No. CCXVIII. January 1881. London. 8.

Report on Leibnitz-Newton Mss. in the possession of the Royal Society of London. London 1880. 8. 6 Ex.

W. H. M. Christie, *On the spectrum of Comet 1880D (Hartwig's).* London 1880. 8. Extr.

— — — —, *On the systematic errors of the Greenwich North Polar distances.* 4. Extr.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Vol. XLIX. P. 1. N. III. 1880. Calcutta 1880. 8.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. T. XCII. 1880. Sem. I. N. 2. 3. Paris 1881. 4.

Mémoires de l'Académie Imp. de Médecine. T. 29. P. 1. 2. Paris 1869—70. 4.

Mémoires de l'Académie de Médecine. T. 31. Fasc. 1. 2. T. 32. Fasc. 1 (2 Ex). Paris 1875. 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. T. XXXIII. XXXIV. XXXV. XXXVI. Paris 1868—1871. 8. — Sér. II. T. 1. 2. 3. 4. 5. 6. Paris 1872—1877. 8.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. IX. N. 51. 52. Paris 1880. 8. Sér. II. T. X. N. 1. 2. 3. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société mathématique de France. T. VIII. N. 6. Paris 1880. 8.

Bulletin de la Société de Géographie. Octobre 1880. Paris 1880. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. N. 1. 2. Bordeaux 1881. 8.

Annales des Mines. Sér. VII. T. XVII. Livr. 4 de 1880. Paris 1880. 4.

Polybiblion. — Revue bibliographique univ. — Partie litt. Série II. T. XIII. Livr. 5. — *Partie techn.* Sér. II. T. VI. Livr. 12. Paris 1880/81. 8.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. N. 1. 2. 3. 4. 5. Paris 1881. 4.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVIII. (1880—81.) Ser. 3. Transunti Vol. V. Fasc. 2. 3. Roma 1881. 4.

Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXIV. (1880—81.) Sessione V. Dic. 1880. Roma. 4.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XV. Disp. 1—8. (Nov. 1879 — Giugno 1880.) Torino 1880. 8.

Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. T. VI. Serie V. Disp. 10. Venezia 1879—80. 8.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Processi verbali. Vol. II. Pisa 1880. 8.

Commentari dell' Ateneo di Brescia per l'anno 1880. Brescia 1880. 8.

Bollettino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Anno XIV. (1879.) Torino 1880. 4.

Cataloghi dei Codici Orientali di alcune Biblioteche d'Italia. Fasc. 2. *Reale Biblioteca di Parma: Codici ebraici non descritti dal de Rossi per P. Perreau. Biblioteca Nazionale di Napoli: Codici arabici.* Firenze 1880. 8.

Documenti inediti per servire alla storia dei Musei d'Italia. Vol. IV. Firenze, Roma 1880. 8.

B. Boncompagni, *Bullettino.* T. XIII. Marzo 1880. Roma 1880. 4.

T. Taramelli, *Monografia stratigrafica e paleontologica del Lias nelle Provincie Venete.* Venezia 1880. 4. Sep.-Abdr.

G. Omboni, *Denti di Ippopotamo da aggiungersi alla Fauna fossile del Veneto.* Venezia 1880. 4. Estr.

G. de Leva, *Storia documentata de Carolo V in correlazione all' Italia.* Vol. IV. Padova 1881.

A. Abetti, *Osservazioni e Calcoli eseguiti sulla Cometa Swift.* Venezia 1880. 8. Estr.

— —, *Sulla determinazione del Tempo etc.* Venezia 1880. 8. Estr.

G. Celoria, *Sopra alcuni eclissi di sole antichi e su quella di Agatocle in particolare.* Roma 1880. 4. Sep.-Abdr.

A. Reumont, *I due caboto. Cenni storico-critici.* Firenze 1880. 8. Estr.

Mémoires de l'Académie Impér. des Sciences de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XXVII. N. 5—12. St. Pétersbourg 1880. 4.

O. Struve, *Observations de Poulkova.* — Vol. XI. *Observations faites à la Lunette méridienne.* St. Pétersbourg 1879. 4.

Jahresbericht für 1878—79 und 1879—80 der Nicolai-Hauptsternwarte. Aus dem Russischen übersetzt. St. Petersburg 1880. 8.

H. Wild, *Repertorium für Meteorologie.* Bd. VII. Heft 1. St. Petersburg 1880. 4.

Öfversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. 37de Årg. N. 5—7. Stockholm 1880. 8.

Entomologisk Tidskrift utgiven af J. Spånberg. Bd. I. Häft. 3 o. 4. Stockholm 1880. 8.

Antiquarisk Tidskrift för Sverige. 4. Delen. 3. & 4. Häften. 6. Delen. 1. & 2. Häften. Stockholm 1872—1880. 8.

Tromsø Museums Aarshefter. III. Tromsø 1880. 8.

N. P. Angelin, *Palaeontologia Scandinavica.* P. I. *Crustacea formationis transitionis.* Holmiae 1878. 4.

Programme de la Société Batave de Philosophie expérimentale de Rotterdam. 1880. 8.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Année 49. Sér. II. T. 50. N. 12. Bruxelles 1880. 8.

Annuaire de l'Académie Royale des Sciences de Belgique — 1881. Année 47. Bruxelles 1881. 8.

J. de Macar, *Bassin de Liège. Tracé des failles et allures de Couche.* T. VI. Pl. 4. 5. 6. 7. 4 Bll. gr. fol.

F. Plateau, *Recherches physiologiques sur le coeur des Crustacées décapodes.* Gand. 8. Extr.

— —, *Procédé pour la préparation et l'étude des poches aériennes des Oiseaux.* 1880. 8. Sep.-Abdr.

Neunter Jahresbericht der historisch-antiquarischen Gesellschaft von Graubünden. Jahrg. 1879. Chur. 8.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Sér. II. Vol. XVII. N. 84. Lausanne. Déc. 1880. 8.

Revista Euskara. Año tercero. N. 32. Dicembre de 1880. Pamplona 1880. 8.

J. F. J. Biker, *Supplemento à Collecção dos Tratados etc. e Actos publicos celebrados entre a Corôa de Portugal e as mais potencias.* T. XXIII. XXIV. XXV. XXIX. Lisboa 1880. 8.

American Oriental Society. Proceedings at New York, October 1880. 8.

The American Journal of Science. Series III. Vol. XXI. N. 121. January 1881. New Haven 1881. 8.

American Journal of Mathematics. Vol. III. Numb. 2. Cambridge 1880. 4.

Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. VI. N. 1. Vol. VII. Part. 1. Cambridge 1880. 4.

(J. D. Whitney, *The Auriferous Gravels of the Sierra Nevada of California.*

— — —, *The climatic changes of later geological times.*)

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. VI. N. 8. 9. 10. 11. Cambridge 1880. 8.

Annual Report of the Curator of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College for 1879/80. Cambridge 1880. 8.

The American Journal of the Medical sciences. Edited by J. Minis Hays. N. CLXI. New Series. January 1881. Philadelphia 1881. 8.

Science Observer. Vol. III. N. 5. Boston 1880. 8.

Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. III. N. 4 Januar 1881. Cincinnati. 8.

Ch. W. Brooks, *Proceedings of the California Academy of Sciences.* San Francisco 1880. 8.

H. Phillips, *Notes upon a Denarius of Augustus Caesar.* Philadelphia 1880. 8. Extr.

E. Pickering, *Thirty-fifth Annual Report of the Director of the Astronomical Observatory of Harvard College.* Cambridge 1881. 8.

G. Hinrichs, *Report of the Iowa Weather Service for the months of Jan Febr. March and April 1879.* Des Moines, Iowa 1880. 8.

H. A. Peirce, *Early discoveries of the Hawaiian Islands.* San Francisco 1880. 8.

Archivos do Museu Nacional do Rio do Janeiro. Vol. III. Trim. 3 e 4 Rio de Janeiro 1878. 4.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

RAMMELSBERG, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth. M. 3,00

ROTH, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth. M. 9,00

VIRCHOW, Beiträge zur Landeskunde der Troas . . . . . M. 10,00

SCHOTT, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens . . . . . M. 1,00

KRÜGER, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . . M. 5,00

CURTIUS, Das archaische Bronzerelief aus Olympia . . . . M. 2,50

BUSCHMANN, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . . M. 2,50

ERDMANN, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid M. 3,00

SCHRADER, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal . . . . . M. 3,00

DILLMANN, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert . . . . . M. 2,50

SACHAU, E., Über die Lage von Tigranokerta . . . . . M. 5,50

HAGEN, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen . . . . . M. 1,50

VAHLEN, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . . M. 1,50

GERLAND, ERNST, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

	Seite
DROYSEN, Project zu einer preussischen Flotte 1751 .	1—12
ZACHARIAE v. LINGENTHAL, Über eine lateinische Übersetzung von Buch 53 der Basiliken	13—34
ROTH, Petrographische Beiträge	35—42
BAGINSKY, Über die Schwindelerscheinungen nach Ohr-Verletzungen	42—47
BRUNS, Bemerkungen über den Lichtwechsel der Sterne vom Algoltypus	48—60
WESTERMAIER, Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems	61—78
RAMMELSBERG, Experimentelle Grundlagen zur Theorie der Amalgamation	79—100
H. KRONECKER & S. MELTZER, Über den Schluckmechanismus und dessen nervöse Hemmungen	100—106
Bericht des Curatoriums der Humboldt-Stiftung für das Jahr 1880	107—109

Zur gefälligen Beachtung.

Die Herren Empfänger der Monatsberichte werden ersucht, falls Ihnen Theile des Jahrgangs 1880 nicht zugekommen sein sollten, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen. Eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen kann nur in Aussicht gestellt werden, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1881 angebracht werden.

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.

COLLEGE LIBRARY MASS.

MONATSBERICHT

DER

JUL 28 1881

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

COLLEGE LIBRARY

ZU BERLIN.

Februar 1881.

Mit 2 Tafeln.

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Februar 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

---

5. Februar. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Pringsheim las:

Zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie der Pflanzen.

Auf Grund von directen Beobachtungen an Pflanzengeweben im intensiven Licht, welche den Einfluss des Lichtes auf die Grösse der Athmung der Gewebe nachweisen, habe ich in früheren Mittheilungen an die Akademie [1]) eine Theorie der Chlorophyllfunction aufgestellt, nach welcher der Chlorophyllfarbstoff der Regulator des Sauerstoffbedarfs der assimilirenden Organe im Lichte ist.

Die gegenwärtige Lehre von der Bedeutung der grünen Farbe der Vegetation für das organische Leben auf unserer Erde sieht dagegen bekanntlich in dem Chlorophyllfarbstoff den directen Träger der Kohlensäure-Zersetzung der Atmosphäre und stützt sich bei dieser Ansicht auf die übereinstimmenden Erfahrungen über den Gaswechsel grüner Gewebe im Lichte.

Auch nach meiner Vorstellung hat allerdings die grüne Farbe zweifellos eine maassgebende Bedeutung für die Organisation und Ansammlung des Kohlenstoffs im Gewächsreiche, allein ihr Nutzen liegt in einer physikalischen Beziehung des Farbstoffes zur Sauerstoffwirkung der Atmosphäre auf die Pflanze, während er nach der bisherigen Vorstellung in einer chemischen Beziehung zur Kohlensäure-Aufnahme gesucht wird.

---

[1]) Monatsberichte vom Juli und November 1879.

Die directe Beobachtung der Lichtwirkung in der Zelle, die jetzt durch die von mir eingeführte Methode ermöglicht ist, führte mich somit zu Schlüssen, die erheblich von den Folgerungen abweichen, die man bisher geglaubt hat aus den Versuchen über den Gaswechsel der Gewebe ableiten zu müssen.

Hier scheint ein bedenklicher Widerspruch vorhanden, der der Aufklärung von meiner Seite bedarf, denn die Versuche über den Gaswechsel sollen in keiner Weise in ihren Ergebnissen beanstandet werden.

Allein der angedeutete Widerspruch liegt auch nicht in den thatsächlichen Resultaten jener Versuche, sondern in ihrer bisherigen Auslegung. Die gasometrischen Versuche selbst stehen vielmehr, wenn man die neueren Erfahrungen über Athmung der Gewebe und über Lichtwirkung zu ihrer Beurtheilung heranzieht, in Übereinstimmung mit meinen directen Beobachtungen — keineswegs im Widerspruch mit ihnen —; sie berechtigen dagegen nicht zu den Schlüssen, die man, so lange jene Versuche allein maassgebend waren, aus ihnen gezogen hat.

Und dies trifft gerade die wesentlichsten Punkte, die hier in Betracht kommen: die Beziehung der Farbe zur Zersetzung der Kohlensäure, ferner das Abhängigkeitsverhältniss der Assimilation von Intensität und Farbe der Beleuchtung und endlich den physiologischen Werth, welchen man den anatomischen Einschlüssen der Chlorophyllkörper beigelegt hat.

Es lässt sich dies nachweisen, wenn man die Grundlagen der gegenwärtigen Assimilationslehre, wie hier geschehen soll, vom Standpunkte meiner Theorie der Chlorophyllfunction näher beleuchtet.

A. Die Function der Chlorophyllkörper.

Der leitende Gesichtspunkt für die richtige Auffassung der Erscheinungen, die in erster Linie bei der vegetabilischen Stoffbildung aus den Bestandtheilen der Atmosphäre in Frage kommen, ergiebt sich aus dem Verhalten der Chlorophyllkörper unter verschiedenen Bedingungen im intensiven Lichte. Er liegt in der Erkenntniss, dass die Chlorophyllkörper im Gaswechsel der grünen Gewebe eine doppelte Function zu erfüllen haben.

Schon nach der Erweiterung, welche unsere anatomischen Kenntnisse über den Bau und die Zusammensetzung der Chlorophyllkörper erfahren haben, lassen sich diese nicht mehr wie bisher

als blosse Reductionsapparate betrachten. Sie vermitteln vielmehr in den grünen Geweben, wie ihr Verhalten zum Sauerstoff im Lichte nachweist, die Gasaufnahme überhaupt und eignen sich nicht nur die Kohlensäure, sondern auch den Sauerstoff der Luft an. Sie sind daher nicht bloss Kohlensäure-Zerleger in der grünen Pflanze, sondern auch Sauerstoff-Condensatoren und dienen so gleichzeitig der Athmung und Assimilation.

Diese Auffassung, obgleich noch nirgends besonders hervorgehoben oder ausgesprochen, wird wohl kaum auf Widerspruch stossen können; sie führt aber zu theoretischen Consequenzen, die für die Athmung und Assimilation der Gewebe bemerkenswerth sind.

B. Die Function des grünen Farbstoffes.

Meine Versuche im intensiven Licht, deren Resultate im Einzelnen schon an anderer Stelle[1]) ausführlich mitgetheilt sind, haben den Nachweis geliefert, dass das Licht bei Gegenwart von Sauerstoff einen oxydirenden Einfluss auf bestimmte Bestandtheile des Zelleninhaltes ausübt und dass diese chemische Wirkung des Lichtes nicht nur von seiner Intensität, sondern auch von seiner Farbe abhängt.

Wie bei anderen chemischen Lichtwirkungen auch, nimmt hierbei die Intensität der Wirkung nach dem brechbareren Ende des Spectrums zu. Die stärker brechbare Hälfte des Spectrums, welche aber bekanntlich vom Chlorophyllfarbstoff absorbirt wird, ist daher auch bei dieser Lichtwirkung auf die Pflanze wirksamer, als die schwächer brechbare.

Es hat sich ferner bei meinen Versuchen ergeben, dass grüne Gewebe und Zellen diese oxydirende Wirkung des Lichtes in höherem Grade erleiden, als nicht grüne.

Die Ursache dieser grösseren Empfindlichkeit grüner Gewebe liegt aber nicht in ihrer Farbe, sondern in dem Vorhandensein leicht oxydirbarer Assimilationsproducte im Inhalte der Chlorophyllkörper, deren Existenz man bisher übersehen hat, und die Zerstörungen, welche die verstärkte Sauerstoffaufnahme im intensiven Licht hervorruft, werden nicht durch die Lichtabsorptionen im Chlorophyllfarbstoff verursacht, sondern kommen durch die Absorptionen der-

[1]) Untersuchungen über Lichtwirkung und Chlorophyllfunction. Leipzig 1881 bei Engelmann, und Jahrbücher für wiss. Botanik. Bd. XII.

jenigen leuchtenden Strahlen zu Stande, welche von dem sogenannten farblosen Zellinhalte, den geformten Bestandtheilen des Zellinhaltes und dem Protoplasma verschluckt werden. Denn die Lichtwirkungen in der grünen Zelle sind, wie es Versuche zeigen, die an solchen Stellen der Zelle ausgeführt werden, die kein Chlorophyll besitzen, vom Chlorophyllfarbstoff unabhängige Lichteffecte und der Farbstoff steigert auch dort, wo er vorhanden ist, die Wirkung nicht, sondern setzt dieselbe vielmehr herab, indem er den für die Hervorrufung der Erscheinung wirksamsten Theil des Spectrums absorbirt.

Die unmittelbar nützliche Wirkung der grünen Farbe für die Pflanze liegt daher nach meinen Versuchen darin, dass sie die Athmungsgrösse im Lichte herabsetzt.

Ihre eigentliche Bedeutung für die Assimilation ergiebt sich dann aus folgender Betrachtung.

In den assimilirenden Geweben der Pflanze würde in Folge der Beschaffenheit der Chlorophyllkörper, wie es die Versuche im intensiven Lichte zeigen, die Sauerstoffaufnahme im Tageslichte und somit die Verbrennung der kohlenstoffhaltigen Producte der Pflanze mit steigender Helligkeit fortwährend zunehmen, während schon ältere Beobachtungen darauf hinweisen, dass die Assimilation im Lichte mit beginnender Helligkeit zwar rasch ansteigt, aber schon bei mittleren Tageshelligkeiten nahezu ihr Maximum erreicht. Es würde daher die Athmung im Tageslichte bei allen Helligkeiten die Assimilation übertreffen, und die Ansammlung kohlenstoffhaltiger Bestandtheile im Pflanzenkörper wäre unmöglich.

Durch den Farbstoff wird die Athmungsgrösse verringert und unter die Assimilationsgrösse herabgedrückt und hierdurch das Verhältniss der beiden in gewissem Sinne antagonistischen Functionen der Chlorophyllkörper zu Gunsten der Kohlenstoffansammlung geändert.

C. Die Athmung der Gewebe im Licht.

Vergleichen wir nun diese Ergebnisse meiner Untersuchung mit den Resultaten der Versuche über den Gaswechsel der Pflanzen, so könnte bezüglich der Athmung zunächst schon auffallen, dass in den bisherigen analytischen Versuchen eine Steigerung derselben im Tageslichte kaum bemerkbar geworden ist, während sie doch bei meinen directen photochemischen Versuchen sich in so entschiedener Weise durch die Zerstörungen im Zellinhalte ausspricht.

Dies ist jedoch zum Theil schon aus den verschiedenen Lichtintensitäten erklärlich, die hier und dort wirksam werden, und folgt ferner aus den Nebenumständen der Versuche.

Man muss hierbei grüne und nicht grüne Organe unterscheiden.

Die Versuche über Athmung sind meist mit nicht grünen Organen angestellt. In diesen fehlen aber die Chlorophyllkörper, also gerade diejenigen Organe, welche den Sauerstoff im Lichte am begierigsten absorbiren, und dies ist ja, wie ich gezeigt habe, der Grund, warum grüne Gewebe im Lichte empfindlicher sind, als nicht grüne.

Man kann deshalb bei nicht grünen Organen und demzufolge auch bei phanerogamischen Schmarotzern, sofern sie keine Chlorophyllkörper besitzen, und bei Pilzen von vornherein schon eine bedeutendere Vermehrung der Kohlensäureabgabe im Lichte auch nicht erwarten[1]). Es ist daher leicht erklärlich, dass die gefundenen Dif-

---

[1]) Es möchte hier der Ort sein, um beiläufig einige Einwände zu widerlegen, die aus Missverständniss meines Gedankenganges gegen die von mir aufgestellte Schirmtheorie des Chlorophyllfarbstoffes erhoben worden sind.

So frägt z. B. in der „Revue scientifique" vom 21. Februar 1880 p. 809 ein unbekannter Autor, wenn die Pflanzen, wie ich meine, im Lichte einen Schutz gegen zu starke Athmung bedürfen, worin dieser Schutz denn für die nicht grünen Organe und Pflanzen liege? Er sagt: „Quel est l'écran protecteur, le régulateur de la respiration chez les plantes dépourvues de chlorophylle, les Neotia, les Orobanches, les Champignons?"

Nach meiner Ansicht liegt aber die Function des Chlorophyllfarbstoffes für die Pflanze darin, dass derselbe in den assimilirenden Organen die Athmungsgrösse unter die Assimilationsgrösse herabsetzt, und darum eben besitzen ihn die assimilirenden Organe. Specieller also behaupte ich, dass assimilirende Organe für ihre Assimilationsproducte, die sich in ihnen ansammeln sollen und die sie selbst aus Kohlensäure bereiten müssen, einen Schutz gegen Licht bedürfen, damit diese Producte nicht wieder schon im Lichte zerstört werden, bevor sie in lichtbeständige Körper umgewandelt der Pflanze nützlich werden können. Nun frägt der Autor, warum nicht assimilirende Organe und Pflanzen diesen Schutz nicht haben! Allein nicht assimilirende Organe bilden eben keine Assimilationsproducte und beziehen bekanntlich ihren Bedarf an Kohlenstoff nicht aus der Atmosphäre, sondern aus fremden Magazinen, die sowohl für ihre Stoffbildung, als für ihre Athmung

ferenzen unter diesen Umständen bei nicht grünen Organen nur geringe waren. Solche sind aber schon in mehreren Fällen bei kei-

---

im Lichte, so gross die letztere eben ist, immer und für alle Fälle genügen müssen, wenn die Pflanzen bestehen sollen.

Dieser unbegründete Einwand ist mir nun mehrfach auch von Anderen entgegengehalten worden.

Einen ähnlichen Fehler im Raisonnement begeht auch Stahl (Botanische Zeit. 1880. S. 380). Bei Gelegenheit der Wanderungen, welche die Chlorophyllkörper grüner Zellen bei wechselnden Beleuchtungsintensitäten ausführen, bemerkt derselbe: „Pringsheim betrachtet dagegen das Chlorophyll als eine schützende Decke, welche den schädlichen Einfluss des Lichtes auf das Protoplasma mässigen soll. Diese Ansicht ist jedoch mit der Erscheinung der Chlorophyllwanderung nicht vereinbar. Sobald nämlich das Licht eine gewisse Intensität überschreitet, geht in Folge der Überwanderung der Körper von den Aussenwänden auf die Seitenwände die „schützende Decke" verloren, also dann, wenn dieselbe nach Pringsheim's Auffassung erst recht nothwendig sein würde."

Auch bei diesem Einwande vermisse ich ein richtiges Verständniss der Theorie, die ich aufstelle.

Als ich mich mit der Frage nach der Function des Chlorophyllfarbstoffes beschäftigte, waren mir die Wanderungen der Chlorophyllkörper sehr wohl bekannt; sie sind ja wiederholt beschrieben, auch kenne ich sie durch eigene Anschauung. Ich habe sie immer, wenn nicht für Beweise, so doch für ausgezeichnete Stützen meiner Theorie gehalten. Denn die Chlorophyllkörper verhalten sich in der That bei ihren Wanderungen im Lichte in der auffallendsten Weise genau so, wie es meine Theorie verlangt; geradezu als ob sie dieselbe kennen würden und darnach handeln wollten. Es ist mir daher ganz unbegreiflich, wie man aus ihren so leicht verständlichen Bewegungen gerade das Gegentheil dessen folgern kann, was sie, man kann sagen, handgreiflich lehren.

Wie liegt die Sache denn? Erstens behaupte ich nicht, dass die Chlorophyllkörper die schützende Decke bilden, sondern der Chlorophyllfarbstoff, und dies ist nicht ganz dasselbe. Wenn man nun den Schutz, den der Farbstoff der lebenden Zelle bietet, weiter auf die besonderen Bestandtheile der Zelle zurückführt, denen der Schutz direct zu Gute kommt, so sage ich ferner nicht — und dies ist die Hauptsache — dass der Zellsaft geschützt werden soll, sondern das functionirende und assimilirende Protoplasma der Zelle, d. h. in erster Linie die Assimilationsproducte, die im Innern der Chlorophyllkörper entstehen — darum eben sind gerade die Chlorophyllkörper grün, sonst wäre der Zellsaft grün —, und in zweiter Linie

menden Samen und bei Schmarotzern wahrgenommen worden, und diese Fälle sind daher um so entscheidender, als sie Objecte betreffen, die für den Nachweis der Erscheinung ungünstig sind. Auch zweifle ich nicht, dass diese Beobachtungen sich jetzt mehren werden, nachdem die Thatsache selbst durch die directen Versuche unter dem Mikroskope sicher gestellt und ihre Beziehung zu der Beschaffenheit des Inhaltes aufgeklärt ist.

Bei den Versuchen mit grünen Organen im Lichte wird wieder die Athmung durch die Wirkung des Farbstoffes abgeschwächt und durch die Assimilation verdeckt. Ihre Steigerung kann daher nicht direct bemerkbar werden.

Berücksichtigt man aber, dass die Gasabgabe grüner Gewebe im Lichte nur die Differenz zwischen Athmung und Assimilation ausdrückt, so lässt sich nicht verkennen, dass in gewissen Assimilationsversuchen in directem Sonnenlicht der vermehrte Sauerstoffbedarf schon entschieden zum Ausdruck gelangt ist, auffallender Weise aber, ohne seinem Werthe nach erkannt worden zu sein.

---

erst das farblose Protoplasma, soweit es im Lichte zerstörbare Producte enthält. In welcher Weise nun — darf ich wohl fragen — können aber die Chlorophyllkörper und das Protoplasma den Farbstoff in seiner schützenden Function besser unterstützen, als indem sie dem intensiven Licht, wenn es anfängt für die Assimilation schädlich oder weniger nützlich zu werden, aus dem Wege gehen?

Auch die Mechanik der Bewegungserscheinungen der Chlorophyllkörper wird, wie ich gleichfalls in den bereits angeführten Untersuchungen über Lichtwirkung angedeutet habe, durch die oxydirende Wirkung des Lichtes und die grössere Unwegsamkeit, welche intensives Licht im Protoplasma hervorruft, dem Verständniss näher gebracht.

Auf derselben Seite findet sich ferner bei Stahl noch eine Bemerkung, aus der man schliessen könnte, dass ich die Ansicht hege, der Chlorophyllfarbstoff würde bei den gewöhnlichen Lichtintensitäten zerstört, unter denen die Pflanzen vegetiren. Ich meine aber gerade das Gegentheil, wie ich, um jedes Missverständniss zu beseitigen, auch in diesem Aufsatze im Texte weiter oben noch näher ausführen werde.

Der Einwand endlich, der am häufigsten erhoben wird, warum denn Assimilation nur bei grünen Organen gefunden wird, widerlegt sich bei einer eingehenderen Kritik der Versuche eigentlich von selbst, wird aber gleichfalls noch im Texte seine Würdigung finden. Die Thatsache widerspricht meiner Theorie keineswegs, sondern erklärt sich aus derselben.

Man hat nämlich schon mehrfach gefunden, dass die Sauerstoffabgabe grüner Gewächse im directen Sonnenlicht im Verhältniss zu ihrer Grösse im hellen diffusen Tageslicht nicht nur keine Steigerung, sondern sogar eine Verminderung erfährt.

Diese Thatsache ist nach der gegenwärtigen Assimilationslehre mindestens auffällig. Sie ist ihrer Ursache nach verkannt worden, weil man die Athmung der Gewebe ausser Betracht liess.

Man wollte sie erklären, indem man annahm, dass die Kohlensäure-Zersetzung schon bei der erhöhten Lichtintensität im ungeschwächten, directen Sonnenlicht kleiner werde, als sie im hellen diffusen Tageslicht ist[1]); allein die Erscheinung spricht, wenn man die Athmung berücksichtigt, offenbar nur für die unter diesen Umständen verringerte Differenz zwischen Assimilation und Athmung, die ebenso gut eine Folge des relativ vergrösserten Sauerstoffbedarfs, als der verringerten Kohlensäure-Zersetzung im directen Sonnenlicht sein kann.

Die Steigerung des Sauerstoffbedarfs ist aber anderweitig erwiesen; die Verringerung der Kohlensäure-Zersetzung bei steigender Lichtintensität ist mindestens unwahrscheinlich. Die Versuche über den Gaswechsel bei der Athmung stehen daher keineswegs im Widerspruche mit meinen directen Beobachtungen der Lichtwirkung, und die Assimilationsversuche im directen Sonnenlichte können sogar schon als Bestätigungen derselben gelten.

D. Die Assimilation der grünen Gewebe.

Ich wende mich nun zu dem eigentlichen Reductionsvorgange der Kohlensäure in der Pflanze und zu der Beziehung zwischen Farbe und Assimilation, welche man aus dem Gaswechsel grüner Gewebe erschlossen hat.

1) Ist die grüne Farbe Bedingung der Kohlensäure-Zerlegung!

Die Annahme, dass die Farbe die unerlässliche Bedingung der Kohlensäure-Zersetzung in der Pflanze ist, bildet gegenwärtig bekanntlich den Ausgangspunkt der Theorie der Assimilation.

Prüfen wir sie genauer, so zeigt sich zunächst, dass die bestimmte Art und Weise, in welcher der Farbstoff hier wirksam sein soll, eine noch unerledigte Frage ist.

---

[1]) Famintzin. Mélanges biologiques. Bulletin de l'Académie impér. de St. Pétersbourg. Tome X. 1880.

Die nächstliegende Vorstellung, die neuerdings wieder mehr in den Vordergrund getreten ist, bildet hier die chemische Hypothese. Sie ist die einzige, welche Beachtung verdient, weil sie die einzige ist, die den Vorgang wenigstens in einer concreten, der experimentellen Lösung zugänglichen Form ausspricht.

Sie geht davon aus, dass der Chlorophyllfarbstoff mit seiner Substanz in die Zerlegung der Kohlensäure hineingezogen wird und unter Aneignung ihres Kohlenstoffes in die kohlenstoffreichen Bildungsproducte der Pflanze übergeht.

Nach dieser Hypothese müsste demnach der Farbstoff bei der Bildung der kohlenstoffhaltigen näheren Bestandtheile der Pflanze einer fortwährenden Zerstörung in den lebenden Geweben und bei gewöhnlichem Tageslichte unterliegen. Der Zerstörung müsste selbstverständlich seine Regeneration folgen oder zur Seite gehen. Man hat auch versucht, einige noch ungenügend gekannte Vorgänge beim Ergrünen der Gewächse, die aber sehr verschiedenartiger Deutung fähig sind, zu Gunsten dieser Hypothese heranzuziehen.

An sich schon ist aber die Zerstörung des Farbstoffes bei niedrigen Lichtintensitäten äusserst unwahrscheinlich. Meine directen Versuche sie nachzuweisen haben stets negative Resultate ergeben. Ich habe Pflanzen, die gegen Licht sehr empfindlich sind, z. B. Conferven, Spirogyren, zarte Blätter von Moosen und Wasserphanerogamen u. s. w. auf einer flachen Scheibe in wenig Wasser ausgebreitet mehrere Tage lang im Hochsommer so liegen lassen, dass die einzelnen Objecte von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang 16 Stunden hindurch an wolkenfreien Tagen ohne jeden Schutz ununterbrochen von den directen Sonnenstrahlen getroffen und beschienen wurden.

Sie erhielten sich nicht nur unverändert frisch und normal, sondern auch unverändert grün, sofern nur durch eine rasche und genügende Abkühlung dafür gesorgt wurde, dass die Scheibe, auf welcher die Objecte lagen, und das Wasser, welches sie umgab, sich nicht bis zu einer für die Pflanze schädlichen Temperatur erwärmen konnten [1]). Nur wenn die Temperatur zu hoch wird, erbleichen unter diesen Umständen die Pflanzen und gehen zu Grunde.

---

[1]) Die Scheibe lag auf einer grossen Wasserfläche, die durch schmelzendes Eis beständig nahe dem Gefrierpunkt gehalten wurde.

Ich schliesse hieraus, dass die höchsten Lichtintensitäten, welchen die Pflanzen in unseren Breiten ausgesetzt sind, zu einer Zerstörung des Farbstoffes nicht genügen und dass dieser daher unter den gewöhnlichen Verhältnissen einen völlig ausreichenden Schutz für die Assimilationsproducte bildet.

Es existirt in der That auch kein einziger vorwurfsfreier Versuch, welcher in unzweideutiger Weise die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes in der lebenden Zelle bei niedrigen Lichtintensitäten und unter Erhaltung des Lebens der Zelle, worauf ja Alles ankommt, auch nur wahrscheinlich machen könnte.

Allein auch abgesehen von dem fehlenden Nachweise, die Vorstellung, dass das Chlorophyll in der Pflanze durch die aufgenommene Kohlensäure und beim Acte ihrer Zerlegung in der Pflanze zerstört wird, konnte überhaupt nur so lange festgehalten werden, als die Bedingungen noch unbekannt waren, unter welchen derselbe in der lebenden Zelle wirklich im Lichte zerstört wird. Diese Bedingungen lassen sich aber jetzt feststellen, denn man hat es bei den Versuchen im intensiven Lichte, wie ich gezeigt habe, völlig in seiner Hand, den Farbstoff in der Zelle und unter Erhaltung ihres Lebens nach Willkür zu zerstören oder seine Zerstörung zu verhindern, je nach den Umständen, unter denen man den Versuch anstellt.

Die experimentelle Prüfung zeigt auf diesem Wege die Unhaltbarkeit der ganzen Hypothese.

Denn die Versuche weisen nach [1]):

1) Dass die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes auch in der lebenden Zelle ein Oxydationsvorgang ist, der unabhängig vom Vorhandensein der Kohlensäure und von ihrer Spannung im Versuchsraume erfolgt.
2) Dass seine Zerstörung im Lichte nicht stattfindet in einem procentischen Gemenge von Kohlensäure und Wasserstoff, in welchem Assimilation und Kohlensäure-Zersetzung möglich ist.
3) Dass endlich die Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes in der lebenden Pflanzenzelle ein pathologischer Vorgang ist und dass der zerstörte Farbstoff nicht regenerirt wird.

---

[1]) Näheres hierüber in den bereits angeführten Untersuchungen über Lichtwirkung etc.

Offenbar widerlegen diese Thatsachen die Theorien der Assimilation, die von einer Zerstörung des Farbstoffes im Reductionsvorgange ausgehen.

Muss man aber die chemische Theorie der Betheiligung des Farbstoffes an der Reduction der Kohlensäure aufgeben, so steht man in Bezug auf die bestimmte Rolle, die er bei dem Vorgange noch spielen könnte, vor einem unentwirrbaren Räthsel. Denn auch für jede andere etwa noch denkbare oder mögliche Hypothese seiner directen Betheiligung am Assimilationsvorgange fehlt es an jeder thatsächlichen Grundlage, da alle Bemühungen den Antheil des Farbstoffes an dem Vorgange nachzuweisen oder auch nur in Zusammenhang mit irgend einer seiner Qualitäten zu setzen, bisher völlig gescheitert sind.

Ich erinnere nur daran, dass die Maxima der Assimilation im Spectrum nicht zusammenfallen mit den Maximis der Absorption im Chlorophyllspectrum, dass künstliche Chlorophylllösungen keine Kohlensäure zerlegen, und dass endlich auch die grüne Farbe der functionirenden Blätter dasselbe Chlorophyllspectrum zeigt, wie die der nicht functionirenden.

Allerdings hat man nirgends noch Kohlensäure-Zersetzung an nicht grünen Organen wahrgenommen, allein diese Thatsache genügt an sich keineswegs, um die Abhängigkeit der Zersetzung vom Farbstoffe zu begründen. Die Ursache der Erscheinung kann ebenso gut in dem Gerüste und in den übrigen Bestandtheilen der Chlorophyllkörper, als in ihrer Farbe liegen.

Die positiven Nachweise für die Wirkung der Farbe sind, wie ich eben mitgetheilt habe, sämmtlich misslungen. Vor einer strengen Prüfung bestehen aber auch die Gründe nicht, die man für dieselbe indirecter Weise aus den Erfahrungen über den Gaswechsel grüner Organe im Lichte hergenommen hat.

Die Thatsachen, auf die man sich hier berief, sind folgende:

Man hat allgemein und ohne Ausnahme gefunden, dass nur grüne Organe im hellen Tageslichte Sauerstoff entwickeln, nicht grüne aber nicht. Hieraus schliesst man, dass es der Farbstoff ist, der die Kohlensäure zersetzt und dass das im Farbstoff vorhandene Licht die Kraftquelle für die Zersetzung der Kohlensäure liefert.

Ferner hat man gefunden, dass assimilationsfähige aber noch farblose oder etiolirte Organe, wenn sie ans Licht gebracht werden, erst ergrünen und dann Sauerstoff entwickeln, d. h. dass sie erst

Sauerstoff entwickeln, nachdem sie grün geworden sind. Hierin sah man eine weitere Bestätigung der Ansicht, dass der Farbstoff zur Zersetzung der Kohlensäure nöthig sei.

Endlich hat man noch gefunden: Wenn grüne Theile bei allmälig wachsender Helligkeit ans Licht gebracht oder verschiedenen Graden der Helligkeit ausgesetzt werden, so findet die Sauerstoffabgabe der Organe erst bei höheren Lichtintensitäten statt. Hieraus schloss man, dass selbst die grünen Organe erst bei höheren Lichtintensitäten die Kohlensäure zu zersetzen vermögen, bei niedrigeren noch nicht.

Allein diese Schlüsse, die bisher unangefochten als richtig galten, wären doch nur zulässig, wenn die Gewebe ohne zu athmen assimiliren würden.

Giebt man aber, wie es meine directen Versuche verlangen, zu, dass die Athmung der grünen Gewebe im Lichte sogar eine Steigerung erfährt, und dass, wie bereits hervorgehoben, die Gasabgabe derselben nur die Differenz zwischen Athmung und Assimilation ausdrückt, so kann man keineswegs, wie dies bei allen diesen Folgerungen ohne Weiteres geschehen ist, Sauerstoffabgabe und Kohlensäurezersetzung als gleichbedeutend betrachten. Kohlensäurezersetzung kann auch ohne Sauerstoffabgabe geschehen, denn die letztere wird erst bemerkbar, wenn die Assimilation grösser wird, als die Athmung.

Die Thatsache, dass nur grüne Theile im Lichte Sauerstoff abgeben, verlangt daher, wenn man die Athmungsgrösse der grünen Gewebe und ihre Änderung im Lichte berücksichtigt, durchaus nicht den Schluss, dass die grüne Farbe der Träger der Assimilation ist, sondern nur den, dass in den grünen Theilen, wie es meiner Theorie der Chlorophyllfunction entspricht, die Athmung kleiner ist, als die Assimilation. Ebenso können, wie man schliessen darf, etiolirte Organe erst Sauerstoff abgeben, nachdem sie grün geworden sind, weil erst dann die Assimilation die Athmung überwiegt. Und wenn grüne Gewebe bei niederen Lichtintensitäten nicht Sauerstoff abgeben, so geschieht dies unbedingt nicht deshalb, weil sie, wie man behauptet, bei niederen Lichtintensitäten keine Kohlensäure zerlegen, sondern weil erst bei höheren Lichtintensitäten die Entbindung von Sauerstoff in ihnen grösser wird, als ihr Sauerstoffbedarf.

Die Folgerungen aus dem Gaswechsel, die, soweit sie die Wir-

kung der Farbe betreffen, schon als gesicherte Lehrsätze der vegetabilischen Stoffbildungslehre galten, bedürfen daher augenscheinlich einer wesentlichen Correctur.

Frägt man weiter nach der Kraftquelle für die Assimilation, so lehren wieder meine directen Beobachtungen im intensiven Licht, dass die Lichtwirkungen in der Pflanze ausserhalb des Farbstoffes zu suchen sind und durch die unzweifelhaften Absorptionen verursacht werden, die im Zellinhalte, in dem Gerüste der Chlorophyllkörper und im Protoplasma erfolgen. Denn auch in den sogenannten farblosen Bestandtheilen des Zellinhaltes findet eine beträchtliche — und wie es scheint, mit alleiniger Ausnahme des äussersten Roth, ziemlich gleichmässige — Absorption der leuchtenden Strahlen im Spectrum statt.

Von welcher Seite man daher auch die Frage betrachten will, sofern man nur die Steigerung der Athmung im Lichte zugiebt, dann erscheint die Hypothese einer Betheiligung des Farbstoffes an der Kohlensäurezersetzung nicht mehr geboten. Die Thatsachen aber, welche sie zu fordern schienen, finden durch die Theorie der Chlorophyllfunction, die ich vertrete, eine ausreichende und befriedigende Erklärung, während bei ihrer bisherigen Beurtheilung offenbar Momente übersehen wurden, welche doch für ihr Zustandekommen unentbehrlich sind und das Resultat wesentlich beeinflussen.

2) *Existirt ein Optimum der Lichtintensität für Kohlensäure-Zersetzung?*

Derselbe Fehler macht sich ferner auch noch bei einigen anderen Fragen im Gebiete der Assimilationslehre geltend.

So hat man in neuerer Zeit die Frage aufgeworfen, ob es ein Optimum der Lichtintensität für die Kohlensäure-Zersetzung giebt, und man hat geglaubt, diese Frage durch die blosse Bestimmung der Sauerstoffabgabe bei verschiedenen Helligkeitsgraden entscheiden zu können.

Allein so lange Athmung und Assimilation im Versuche nicht getrennt werden, kann eben die Grösse der Sauerstoffabgabe allein nichts Sicheres über das Anwachsen oder Sinken der Assimilation bei veränderlicher Lichtintensität aussagen. Die Grösse der Sauerstoffabgabe kann auch in diesem Falle höchstens als das approximative Maass des Verhältnisses beider Functionen in den verschie-

denen Helligkeiten gelten, da beide in verschiedener Weise von der Intensität des Lichtes beeinflusst werden.

Die beobachtete Verringerung der Sauerstoffabgabe im directen Sonnenlicht lässt sich, wie bereits oben angeführt, auf vermehrte Sauerstoffaufnahme zurückführen. Es erscheint daher äusserst zweifelhaft, ob es schon innerhalb der Intensitäten des Tageslichtes ein Optimum für Kohlensäure-Zersetzung giebt.

Jedenfalls ist es an sich einleuchtend, dass es schon wegen des verschiedenen Gehaltes der Pflanzen an Chlorophyll überhaupt gar kein bestimmtes, für alle Pflanzen gleich und allgemein gültiges Lichtoptimum der Assimilation geben kann.

3) Über die relative Energie der Farben im Reductionsprocesse.

Eine zweite Frage im Gebiete der Assimilationslehre, die eine besonders sorgsame Behandlung erfahren und ein vorwiegendes Interesse erregt hat, die Frage nach der relativen Energie der Farben im Reductionsprocesse, kann gleichfalls nicht, wie bisher ausschliesslich geschah, durch die blosse Bestimmung der Grösse der Gasabgabe in verschiedenen Farben erledigt werden.

Zu den störenden Complicationen, welche die gleichzeitige Athmung verursacht, tritt hier im Versuche noch die übersehene Wirkung des Farbstoffes im Sinne meiner Schirmtheorie des Chlorophylls hinzu.

Ältere und neuere Experimentatoren haben mit verschiedenen Methoden, die allerdings nicht völlig vorwurfsfrei sind, sowohl im objectiven Spectrum als hinter farbigen Schirmen wiederholt und im Ganzen übereinstimmend gefunden, dass die grösste Energie in der Sauerstoffexhalation der grünen Gewebe den Strahlen mittlerer Brechung im Spectrum zukommt. Nur über die Stelle, wo das Maximum liegt, ob etwas weiter nach Roth, ob etwas weiter im Gelb, gingen die Angaben auseinander. Ganz allgemein aber und in voller Übereinstimmung fand man bei allen Versuchen, dass die Sauerstoffexhalation im blauen Lichte nur gering sei, dass sie hier verhältnissmässig am kleinsten werde oder ganz aufhöre. Jedenfalls kann darüber kein Zweifel sein, dass die Maximalwirkung im Spectrum nicht mit den Absorptionsbändern des Chlorophyllfarbstoffes zusammenfällt, sondern in den Regionen liegt, welche den Stellen zwischen den Absorptionsbändern im Chlorophyllspectrum entsprechen.

Diese Thatsachen haben zu vielfachen Controversen geführt, von denen ich hier nur einige berühren will.

Die Angaben stiessen zunächst auf theoretisch-physikalischen Widerspruch.

Man meinte, die Hauptwirkung müsse in den Absorptionsstreifen des Farbstoffes liegen, und zwar im Streifen im Roth, weil die blauen Absorptionen wegen ihrer geringen mechanischen Intensität nicht wirken könnten. Man suchte deshalb die Thatsachen zu corrigiren, allein da diese sich nicht fügen wollten und die theoretischen Voraussetzungen mit den Erfahrungen in einem unvereinbaren Widerspruche blieben, so lag es doch eigentlich näher zu untersuchen, ob denn, wovon man freilich ganz allgemein ausging, der Farbstoff der Sitz der Wirkung sei.

Die Physiologen, welche sich dagegen streng an die Erfahrung hielten und gleichwohl die Absorptionen im Farbstoff für die Ursache der Zersetzung ansahen, schlossen wieder aus diesen Versuchen, dass gelbe und grüne Strahlen die Kohlensäure-Zersetzung kräftiger anregen, als blaue und rothe.

Dies schien allerdings der unmittelbare Ausdruck der Erscheinung. Allein dann blieb die Aufgabe bestehen, die physiologische Function der so auffallenden Absorptionsstreifen des Farbstoffes für die Pflanze zu erklären.

Was konnte es in der That für einen Sinn haben, die Lichtwirkung in den Farbstoff zu verlegen, wenn dessen Lichtabsorptionen nicht nachweisbar wirksam sind und derselbe chemisch beim Acte der Kohlensäure-Zersetzung nicht betheiligt ist?

Anderseits aber liess sich doch unmöglich verkennen, dass die grüne Farbe der Gewächse eine allgemeine und eminente nützliche Bedeutung für die Vegetation haben müsse.

Alle diese Schwierigkeiten heben sich, und die Thatsachen werden in der einfachsten Weise verständlich, wenn man die Wirkung des Farbstoffes in meinem Sinne in Rechnung zieht. Denn unter diesem Gesichtspunkte gestatten dann die Versuche in der Weise, wie sie bisher ausgeführt wurden, überhaupt noch keinen unmittelbaren Schluss auf die relative Wirksamkeit der Farben im Reductionsprocesse.

Man musste in den Versuchen mit grünen Geweben grüne und gelbe Strahlen natürlich wirksamer finden, als blaue, weil die letz-

teren vom Chlorophyllfarbstoff fast vollständig verschluckt, nicht zur vollen Wirksamkeit gelangten.

Es ist gerade so, als ob ein Photograph die Wirkung verschiedenfarbigen Lichtes auf seine empfindliche Platte in einem Apparate prüfen wollte, in welchem hinter der Linse sich ein grüner Glasschirm befände. Er würde gleichfalls finden, dass Silbersalze gegen blaues Licht weniger empfindlich sind, als gegen gemischtes grünes und gelbes.

Trotz der Richtigkeit der analytischen Resultate in den Versuchen mit farbigem Licht von Daubeny und Draper an bis auf Sachs und Pfeffer halte ich daher die Abhängigkeit der Kohlensäure-Zersetzung der Pflanze von der Wellenlänge des Lichtes noch für unbekannt.

Die Frage kann kaum anders entschieden werden, als in der Weise, wie in meinen directen Versuchen bei Anwendung von sehr intensivem Licht und unter Berücksichtigung der Wirkung der Farbe auf die Athmung.

Dann aber darf man wiederum auch hier nicht vergessen, dass das Maximum der Wirkung im Spectrum auch für die Assimilation für verschiedene Pflanzen und Helligkeiten nicht an derselben Stelle liegen kann. Es muss abhängig sein von der Tiefe der Farbe der Pflanze und von der Gesammtintensität der Bestrahlung im Versuche, und hieraus erklären sich in ausreichender Weise die abweichenden Resultate, welche verschiedene Experimentatoren über die Lage des Maximums und den speciellen Verlauf der Assimilationscurve erhalten haben.

4) Die Constanz des Gasvolumens bei Assimilationsversuchen und das primäre Reductionsproduct.

An diese Betrachtungen schliesse ich endlich noch einige Bemerkungen an über das Grössenverhältniss zwischen der von grünen Geweben im Tageslicht aufgenommenen Kohlensäure und dem von ihnen ausgeathmeten Sauerstoff.

Es ist bekannt, dass man aus der nahen Übereinstimmung der Volumina dieser beiden Gasarten den Schluss gezogen hat, dass das primäre kohlenstoffhaltige Assimilationsproduct, welches von den Pflanzen im Lichte und bei der Zersetzung der Kohlensäure gebildet wird, ein Kohlenhydrat sein müsse.

Wenn in der That, worauf alle Erfahrungen hinweisen, die

stickstoffhaltigen Bestandtheile der Zelle beim Assimilationsvorgange des Kohlenstoffes unbetheiligt sind, so lässt das gasometrische Endresultat der Assimilationsversuche allerdings einen Rückschluss auf das entstandene Product zu. Da nun so viel Sauerstoff frei wird, als in der aufgenommenen Kohlensäure enthalten war, so schloss man bekanntlich, dass der zurückgehaltene Kohlenstoff mit dem aufgenommenen Wasser zusammentritt und die Bildung von Kohlenhydraten in der Pflanze unter der Wirkung des Lichtes erschien als das nothwendige Postulat der Vorgänge im Gaswechsel.

Eine willkommene Bestätigung dieser Auffassung, ja noch mehr einen Beweis für die Richtigkeit derselben, sah man in den anatomischen Entdeckungen über die Verbreitung von Kohlenhydraten in den Chlorophyllkörpern und namentlich in dem gelungenen Nachweise, dass in ihnen Stärke unter dem Einflusse des Lichtes gebildet wird.

Allein auch hier erscheinen die gasanalytischen und die histiologischen Thatsachen, auf die man sich stützt, in einem veränderten Lichte, wenn man den complicirten physiologischen Act, der sich in den grünen Geweben im Tageslichte abspielt, in seine beiden Componenten, in Athmung und Assimilation, zerlegt.

Die Athmung der grünen Gewebe und der Sauerstoffbedarf der Chlorophyllkörper während der Assimilation darf auch bei der Deutung der Producte in den Chlorophyllkörpern und bei der relativen Zusammensetzung der ausgeschiedenen Gasvolumina nicht ausser Betracht bleiben.

Man könnte hier einwenden wollen — und dies ist in der That geschehen —, dass für das Endresultat des Gaswechsels die Athmung ohne Belang sei, da es sich hierbei ja nur um das Verhältniss zwischen verschwundener Kohlensäure und frei gewordenem Sauerstoff handelt, für den in der Athmung aufgenommenen Sauerstoff aber wieder Kohlensäure gebildet und dadurch das Verhältniss nicht weiter alterirt wird.

Allein dieser Einwand ist unrichtig, weil die beiden Volumina der Gasarten, auf die es bei der Athmung ankommt, sich nicht decken.

Die Keimung stärkehaltiger Samen, an die man hierbei denken könnte und bei welcher für den aufgenommenen Sauerstoff gleiche Volumina Kohlensäure abgegeben werden, ist für die Athmung grü-

ner Organe nicht maassgebend, weil in diesen die Stärke und ihre Umwandlungsproducte nicht das Material der Athmung bilden.

Bei der Keimung ölhaltiger Samen tritt schon der Fall ein, dass mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure abgegeben wird, und dies Verhältniss steigert sich augenscheinlich in den grünen Organen im Lichte, wenn man die Beschaffenheit der Körper ins Auge fasst, die nach meinen Versuchen hier zur Verbrennung gelangen.

Es darf daher nicht übersehen werden, dass die Athmung der grünen Organe im Lichte für sich allein betrachtet immer eine Verringerung des Gasvolumens im Versuchsraume durch Bindung von Sauerstoff in der Pflanze zur Folge haben muss.

Wenn daher, wie es bei gleichzeitig assimilirenden und athmenden Organen häufig der Fall ist, das Gasvolumen des umgebenden Raumes gleich bleibt, so folgt daraus, dass in dem eigentlichen Reductionsacte der Pflanze kein Kohlenhydrat, sondern eine Substanz gebildet wird, die ärmer an Sauerstoff ist, als die Kohlenhydrate, und zwar um so viel ärmer, als der in der gleichzeitigen Athmung gebundene Sauerstoff beträgt.

Dieser Schluss ist geradezu unvermeidlich, wenn man die kohlenstoffhaltige organische Substanz unmittelbar aus Kohlensäure und Wasser entstanden denkt und die Athmung grüner Organe während der Assimilation nicht läugnen will.

Für die Deutung der anatomischen Befunde in den Chlorophyllkörpern wird hierdurch aber gleichfalls ein veränderter Standpunkt gewonnen, und es entsteht die Aufgabe, unter diesen die Substanz nachzuweisen, welche den obigen Anforderungen an das primäre Reductionsproduct Genüge leistet.

5) Der Werth der Einschlüsse in den Chlorophyllkörpern.

Überträgt man nun die Resultate des Gaswechsels der grünen Gewebe, wie sie aus obiger Darstellung folgen, auf die Producte der physiologischen Thätigkeit der Chlorophyllkörper, so können die in ihnen abgelagerten Kohlenhydrate, wie z. B. die Stärkeeinschlüsse nicht mehr als die Reductionsproducte der Kohlensäure gelten. Sie erscheinen bereits als weitere Umwandelungsproducte, welche erst secundär aus der primären Substanz, die in der Assimilation gebildet wird, durch die Athmung der Chlorophyllkörper entstehen.

Als jenes ursprüngliche Assimilationsproduct lässt sich dagegen schon jetzt mit grosser Wahrscheinlichkeit das Hypochlorin bezeichnen, jener Körper, dessen allgemein verbreitete Existenz in den assimilirenden Chlorophyllkörpern ich nachgewiesen habe und dessen Bildung in ihnen unverkennbar unter dem Einflusse des Lichtes steht.

Ausser Hypochlorin und Stärke finden sich aber in den Chlorophyllkörpern noch andere Substanzen abgelagert, und diese sind augenscheinlich gleichfalls Erzeugnisse ihrer physiologischen Function. Man kennt als solche jetzt schon mehr oder weniger sicher Öle, Fette, Zucker, Gerbsäure.

Die gegenwärtige Vorstellung von der Bildung der Kohlenhydrate bei der Reduction der Kohlensäure giebt nun über die Entstehung so verschiedenartiger Producte in den Chlorophyllkörpern unter dem Einflusse des Lichtes gar keinen Aufschluss. Sie hatte immer nur Stärke oder Zucker im Auge, und doch muss auch die Bildung der anderen Producte auf die Function der Chlorophyllkörper zurückgeführt werden.

Die Einführung der Athmung der Chlorophyllkörper in die Betrachtung ihrer Producte füllt auch diese Lücke aus. Die doppelte Function der Chlorophyllkörper, als assimilirende und athmende Organe, vermag wenigstens in entsprechender und naheliegender Weise die chemische Verschiedenheit der in ihnen entstehenden Bildungsproducte zu erklären, da diese ja vom physiologischen Gesichtspunkte sich wesentlich nur durch ihren Sauerstoffgehalt, d. h. durch ihre Beziehung zur Athmung, von einander unterscheiden.

Man darf annehmen, dass je nach der wechselnden Athmungsgrösse der Gewebe, die wieder von der Tiefe ihrer Farbe und von der Intensität der Beleuchtung abhängt, die letzten Ablagerungsproducte der Chlorophyllkörper nothwendig bald reicher bald ärmer an Sauerstoff werden, und so scheint die Tiefe der Farbe zugleich, indem sie die Grösse der Athmung regelt, auch die Natur der Einschlüsse in den Chlorophyllkörpern zu bestimmen.

Hr. Virchow macht Mittheilungen aus einem Briefe des Hrn. J. M. Hildebrandt, welcher aus der Hauptstadt von Madagascar, Antananarivo, vom 9. December 1880 datirt ist. Der Reisende berichtet, dass er von sehr schwerer Krankheit so weit hergestellt ist, dass es ihm schon wieder möglich war, sowohl in Antananarivo selbst als in Betsiléo und am oberen Ostrande Central-Madagascar's ausgiebige Beobachtungen zu machen und reiche Sammlungen zusammenzubringen. Er gedachte in der nächsten Zeit nach dem an naturhistorischen Objekten überaus reichen Ostabhange zurückzukehren, dann die Höhen der Ankáratra-Vulkankette (die höchsten Erhebungen Madagascar's) zu besuchen und endlich die Tour in den noch fast unbekannten Süden anzutreten. Er übersendet zugleich Beobachtungen über die magnetische Inclination von Antananarivo. Letztere sind von Hrn. Dr. O. Kersten berechnet worden, dessen Bemerkungen folgendermaassen lauten:

Messungen am 3. December 1880, Vorm. 9 bis Nachm. 2 Uhr.

Beobachtet mit Nadel III

Kreis nach Osten	Kreis nach Westen	
Marke vorn 53° 56′,5	Marke hinten 52° 43′,5	J = 53° 20′,0
hinten 54° 22′,0	vorn 54° 55′,5	$J_,$ = 54° 38′,8

Nadel umgestrichen (Polarität umgekehrt)

Marke vorn 53° 59′,5	Marke hinten 54° 45′,0	$J_{,,}$ = 54° 22′,2
hinten 52° 50′,5	vorn 53° 30′,5	$J_{,,,}$ = 53° 10′,3
Mittel 53° 47′,1	53° 58′,5	i_1 = 53° 52′,8

Beobachtet mit Nadel II

Kreis nach Osten	Kreis nach Westen	
Marke vorn 53° 10′,0	Marke hinten 53° 40′,0	J = 53° 25′,0
hinten 54° 59′,5	vorn 55° 33′,0	$J_,$ = 55° 16′,3

Nadel umgestrichen (Polarität umgekehrt)

Marke vorn 54° 0′,0	Marke hinten 54° 15′	$J_{,,}$ = 54° 7′,5
hinten 53° 1′,0	vorn 53° 34	$J_{,,,}$ = 53° 17′,5
Mittel 53° 47′,6	54° 15′,5	i_2 = 54° 1′,6

Genäherte Inclination (Mittel aus Nadel III u. II) = 53° 57,2 in Antananarivo (freier Platz vor Hildebrandt's Wohnung im Stadttheil Faravohitra), am 3. December 1880, Vormittag 9 bis Nachmittag 2 Uhr.

Obige Inclinationsbestimmung, welche übrigens nur als vorläufiger Werth gelten kann, ist sehr wichtig, da bisher, soviel mir bekannt, noch niemals derartige Beobachtungen im Inneren der grossen afrikanischen Insel angestellt wurden, ausser von dem ersten wissenschaftlichen Durchforscher Madagascars, Hrn. Grandidier, welchem indessen leider kein sehr gutes Instrument zur Verfügung stand. Es ist dieser Erfolg unserem unermüdlichen Hildebrandt, der sein Inclinatorium unter grossen Mühen und Kosten anscheinend unverletzt nach Antananarivo brachte, sehr zu gönnen, und es wäre zu wünschen, dass er jene Beobachtungsreihe mindestens noch einmal wiederholte. Hoffentlich gelingt es ihm, jenes Instrument wieder glücklich nach Berlin zu bringen und dann für seine künftigen Reisen einen neuen, leichteren und handlicheren Apparat zu erlangen, welcher zugleich die Bestimmung der anderen Elemente des Erdmagnetismus gestattet.

Otto Kersten.

7. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Duncker las:

Über die Hufen der Spartiaten.

Nicht zu den erwünschten Aufgaben der Forschung gehört, oft verhandelte Fragen, für deren Beantwortung bessere oder weitere Quellen als die längst geprüften weder vorliegen noch zu erwarten stehen, wieder aufzunehmen. Immerhin bleibt die Verpflichtung, durch schärfere Präcisirung der Fragstellung und Heranziehung dienlicher Analogieen wenigstens die Grenze festzustellen, bis zu welcher wir vorzudringen vermögen.

Plutarch erzählt von Lykurg: *τοῦ δε πλούτου παντάπασιν ἐς ὀλίγους συνεῤῥυηκότος — συνέπεισε, τὴν χώραν ἅπασαν εἰς μέσον θέντας ἐξ ἀρχῆς ἀναδάσασθαι, καὶ ζῆν μετ' ἀλλήλων ἅπαντας ὁμαλεῖς καὶ ἰσοκλήρους* (c. 8). Es folgt dann die angebliche Theilung des Landes um Sparta in 9000 Lose oder in 6000 oder in 4500; endlich die Behauptung, dass wenn die Ältesten der Phyle den neugeborenen Knaben kräftig und wohlgebildet gefunden, einer jener 9000 Kleren ihm sogleich zugewiesen worden sei (c. 19).

Grote hat in seiner griechischen Geschichte (2, 520 sqq.) unter Hervorhebung des späten Datums dieser Überlieferung auszuführen versucht, dass deren Angaben Phantasieen seien, die den Restaurationsversuchen des vierten Agis und des dritten Kleomenes den Ursprung verdankten. Ich gebe zu, dass niemals eine Confiscation des gesammten Grundeigenthums behufs einer neuen systematischen Gütertheilung in Sparta stattgefunden hat; ich behaupte aber, dass wiederholt Landzuweisungen an den Herrenstand, und zwar in gleichen Parcellen, stattgefunden haben, dass auf Grund stattgehabter Anweisungen dieser Art jene Sage vor der beabsichtigten Ackertheilung des Agis entstanden ist.

Wenn Herodot und Thukydides von dergleichen nicht sprechen, so ging ihre Absicht am wenigsten dahin, uns mit dem Organismus der attischen oder spartanischen Verfassung bekannt zu machen. Es ist richtig, dass die Aufmerksamkeit der Hellenen sich erst dann auf die Verfassung Sparta's gewendet hat, als man sich im

politischen Parteikampfe erschöpft hatte, als die conservative Kraft der spartanischen Institutionen bemerklich geworden war, als man anfing die beste Verfassung zu suchen, als Platon über den Staat philosophirte und eine Annäherung an die Musterverfassung in der Sparta's erblicken wollte. Jedenfalls war die Meinung, dass in Sparta einst Gütergleichheit bestanden, nach des Polybios Zeugniss schon bei Ephoros vorhanden. Τῆς μὲν δὴ Λακεδαιμονίων πολιτείας, so heisst es bei Polybios, ἴδιον εἶναί φασι (Ephoros, Xenophon, Kallisthenes, Platon), πρῶτον μὲν τὰ περὶ τὰς ἐγγαίους κτήσεις, ὧν οὐδεὶ μέτεστι πλεῖον, ἀλλὰ πάντας τοὺς πολίτας ἴσον ἔχειν δεῖ τῆς πολιτικῆς χώρας (6, 45). Die πολιτικὴ χώρα kann nur der *ager publicus* sein.

Aber ich trete in diese Seite der Frage nicht näher ein. Wie mir scheint, muss jede Betrachtung der Ordnung des spartanischen Gemeinwesens, die nicht von vorn herein auf falsche Wege gerathen will, von der Erwägung ausgehen, dass dieser Staat einen anderen Charakter trägt, einen anderen Entwickelungsgang genommen hat, als selbst die ihm nächst verwandten Gemeinwesen: Argos, Messenien, Sikyon. Hat sich Sparta eine besondere Stätigkeit, besondere militärische Tüchtigkeit angeeignet, eine besondere Einrichtung der δουλεία besessen, so sind die natürlichen Lebensbedingungen, in welche die Dorer Sparta's gestellt waren, nicht so abweichend von denen jener Staaten, um so scharfe Unterschiede zu erklären; es müssen daneben grundlegende Institutionen vorhanden gewesen sein, die der Sonderentwickelung Sparta's Impuls und Direction gegeben haben.

Kaum einem anderen Volke kann die Vorstellung der Ackertheilung lebendiger gewesen und geblieben sein, als dem der Hellenen, deren Geschichte mit einer grossen Umsiedelung der Stämme auf der Halbinsel, mit einer starken Auswanderung nach Osten beginnt, der dann eine Jahrhunderte hindurch fortgehende Expansion nach allen Seiten folgt. Ansiedelungen auf Grund von Eroberungen sind ohne Landtheilung für die Eroberer, für die Einwanderer undenkbar; gemeinsame Ansiedelung auch auf friedlichen Rechtstitel hin ohne diese schwer ausführbar. Es bedarf keines Hinweises auf die Analogie der germanischen Ansiedelungen auf römischem Boden, der Niederlassung der Normannen in England, deren Theilungskataster erhalten ist, auf die deutsche Colonisation im Osten der Elbe, deren Theilungsmaass der occupirten Gemarkungen nach der grossen oder

kleinen Hufe auf unseren Flurkarten noch erkennbar ist, auf das Verfahren der Conquistadoren, auf die Parcellen der Colonisten König Friedrichs II., und die Landverkäufe der Vereinigten Staaten Nord-Amerika's.

Der alten Odyssee ist sehr geläufig, wie es bei Neuansiedelungen zugeht; wie die Mauer gebaut und die Äcker getheilt werden (6, 10). Bei Herodot sagt die Pythia: ὃς δέ κεν ἐς Λιβύην πολυήρατον ὕστερον ἔλθῃ — γᾶς ἀναδαιομένας, μετά οἱ ποκα φαμὶ μελήσειν (4, 159). Die Argeier verjagen einen König, weil er von den Arkadern erobertes Land nicht aufgetheilt hat (Diod. Exc. Escor.). Als sie 463 Mykene zerstörten, theilen sie das Landgebiet auf (Strabon p. 377). Um zu bezeichnen, dass Arkadien seine Bevölkerung nicht gewechselt, dass es nicht erobert worden sei, sagt Strabon: „Die Arkader sind dem Loose nicht verfallen" (p. 333). Der Erbe heisst bei den Griechen schlechtweg κληρονόμος.

Dass Auftheilung eroberten, im Kriege gewonnenen Gebietes Regel bei den Hellenen geblieben ist, zeigt die lange Reihe der Kleruchieen Athens. Auf dem den Chalkidiern abgenommenen lelantischen Felde wurden im Jahre 506 nach Herodot 4000, nach Aelian 2000 attische Kleruchen angesetzt; sobald Eïon den Persern entrissen war, erhielt es attische Kleruchen; der gesammte Boden der eroberten Insel Skyros (468) wurde attischen Kleruchen aufgetheilt (Diod. 11, 60); im Jahre 453 wurden 1000 Kleruchen auf der thrakischen Chersones, ebenso viele auf Euboea (Plut. Pericl. 19), 500 auf Naxos, und bald danach 250 auf Andros angesetzt (450). Um dieselbe Zeit erhielten (nach Kirchhoff's Ansatz Abh. B. A. 1873. S. 34) Lemnos und Imbros attische Kleruchen. Nach der Niederwerfung der Erhebung Euboea's (445) wurde das Gebiet von Hestiaea nach Theopomp unter 2000 (bei Strabon p. 445), nach Diodor unter 1000 Kleruchen vertheilt. Weiterhin gingen Kleruchen nach Amphipolis und 1000 Colonisten nach Brea (437); sechs Jahre darauf, nach der Einnahme Potidaea's, wurden dort 1000 Kleruchen angesetzt, im nächsten Jahre wurde Aegina mit attischen Kleruchen besetzt; nach der Überwältigung Mytilene's wurde das gesammte Land der Insel bis auf die Gemarkung von Methymna eingezogen und in 3000 Loose getheilt; nachdem der Zehnte derselben, 300, für die Götter ausgesondert war, wurden die übrigen 2700 attischen Bürgern verliehen, und

nach der Eroberung der Insel Melos wurden auch hier 500 attische Kleruchen angesetzt (416). Die Kleruchen schieden keineswegs aus dem Bürgerrecht, sie waren, so weit nicht Besatzungsdienst oder besondere Verhältnisse dies verlangten, nicht gehalten, auf dem Kleros zu hausen. Sie konnten ihn verpachten. Nach Aelian's Angabe waren die Pachtverträge der 2000 alten Kleren auf Euboea vor der Halle des Königs in Stein gegraben; von den 2700 Kleren auf Lesbos erfahren wir, dass sie gegen 2 Minen jährlich den früheren Besitzern in Pacht gegeben wurden (Thukyd. 3, 50).

Die Praxis der Zutheilung des *ager publicus* an die Bürger ist demnach den Athenern in den Zeiten ihrer Macht, in dem Jahrhundert, welches zwischen der Vertreibung der Peisistratiden und dem Scheitern vor Syrakus liegt, keineswegs fremd gewesen. Wenn ein Gemeinwesen, das nicht auf Eroberung gegründet war, in einer Epoche, die den Stürmen der Wanderung sehr weit abliegt, so constant mit dem Boden verfuhr, den seine Waffen gewonnen, wie sollte ein analoges Verfahren von einem Gemeinwesen nicht geübt worden sein, das von vorn herein auf dem Rechte des Stärkeren ruhte, das „Wenige gegen Viele" gegründet hatten. Gut bezeugte Thatsachen von Landzuweisungen, die das Gemeinwesen der Lakedaemonier vorgenommen, bestätigen diesen sicherlich von vorn herein zuzugebenden Satz.

Die Dryoper von Asine hatten im Kriege zwischen Sparta und Argos Partei für Sparta genommen. König Eratos von Argos treibt sie aus dem Lande; sie finden Zuflucht in Sparta, und die Spartaner geben ihnen „im nächsten Geschlecht", nachdem sie Messenien überwältigt, dort einen District am Meere, um hier ein neues Asine zu bauen.

Die Androkliden, d. h. die Partei der Messenier, die gegen ihre Landsleute mit den Spartanern im ersten Kriege gefochten, erhalten nach dem Siege von den Spartanern die Landschaft Hyameia in Messenien.

Die Achaeer von Nauplia, die gegen Argos für Sparta Partei genommen, werden kurz vor dem sogenannten zweiten messenischen Kriege vom Könige Demokratidas von Argos vertrieben; die Spartaner theilen ihnen nach Niederschlagung der Erhebung der Messenier Methone in Messenien neben dem dortigen neuen Asine zu.

Als die Athener die Aegineten mit Weib und Kind austreiben,

geben ihnen die Lakedaemonier Θυρέαν οἰκεῖν καὶ τὴν γῆν νέμεσθαι (Thukyd. 2, 27).

Im Jahre 398 entreissen die Lakedaemonier den Eleern die Perioekenorte Triphyliens; hier bei Skyllus erhält Xenophon von den Lakedaemoniern eine Landzuweisung (Anab. 5, 3, 7. 8. Hellenic. 3, 2, 21 sqq. 6, 5, 2).

Sollten die Lakedaemonier nur für Andere Landanweisungen getroffen haben, nur nicht für sich selbst?

Dem König Polydoros von Sparta wird ein Wort in den Mund gelegt, das er in Antwort auf die Frage: warum er gegen die Brüder (die Messenier) in's Feld ziehe, gesprochen: ἐπὶ τὴν ἀκλήρωτον τῆς χώρας βαδίζω (Apophthg. Lac.). Das Wort konnte nicht erfunden werden, wenn Auftheilungen eroberten Landes in Sparta nicht gegolten hätten.

Als die Parthenier und ein Theil der Achaeer mit ihnen nach dem ersten messenischen Kriege aufstehen, König Polydoros erschlagen wird, und jene auf vertragsmässige Abkunft hin abziehen, bedingen sie sich nach Ephoros' Angabe aus: dass ihnen, falls sie keine zur Ansiedelung passende Stätte fänden, der „fünfte Theil Messeniens" zufallen solle (Ephor. fragm. 53 M.).

Späterhin, in der ersten Hälfte des sechsten Jahrhunderts, fragen die Spartaner in Delphi an: ob sie ganz Arkadien erobern würden. Die Pythia antwortet: Ἀρκαδίην μ' αἰτεῖς· μέγα μ' αἰτεῖς· οὔ τοι δώτω. πολλοὶ ἐν Ἀρκαδίῃ βαλανηφάγοι ἄνδρες ἔασιν, οἵ σ' ἀποκωλύσουσιν. ἔγω δέ τοι οὔτι μεγαίρω. δώσω σοι Τεγέην ποσσίκροτον ὀρχήσασθαι καὶ καλὸν πεδίον σχοίνῳ διαμετρήσασθαι (Herod. 1, 66).

Der Spruch ist in alter und in neuer Zeit auf frühere Kriege Sparta's gegen Tegea bezogen worden. Auf „ganz Arkadien" konnten die Spartaner aber erst das Auge richten, als ihnen Messenien gehörte und sie sich von den Wunden des zweiten Krieges erholt hatten. Gleichviel ob der Spruch erfunden oder ächt ist (ich halte ihn für ächt), er konnte nur unter Geltung der Vorstellung erfunden werden, dass die Spartaner erobertes Land nach der Schnur vermasssen, d. h. auftheilten.

Wann hatte Sparta Veranlassung, d. h. zur Verfügung stehendes Land nach der Schnur zu theilen?

Dass die erste Niederlassung im Thale des Eurotas von einer Landtheilung begleitet war, wird Niemand bestreiten. Der alten Bevölkerung werden Äcker und Triften entrissen worden sein, so weit

dies den Siegern erwünscht war, so weit ihre Waffen reichten. Auch die Tradition hat diese Anschauung. In den Büchern über die Gesetze wird es als ein Vorzug hervorgehoben, dass bei der Gründung der Staaten von Argos, Messenien und Lakonien das Land ohne Widerspruch getheilt werden konnte (Legg. p. 684. 736). Isokrates lässt den Archidamos den Spartanern sagen: Eure Vorfahren haben mit den Herakliden einen Vertrag dahin geschlossen und beschworen, dass denen, die ihnen in den Peloponnes folgten, das Land in Gemeinschaft, dagegen aber das Königthum den Herakliden gehören solle: darauf hin sei der Feldzug begonnen worden. Bei Nikolaos (dessen Fragment (36 M.) hier auf Ephoros zurückgeht) heisst es: Die Herakliden hätten Lakonien getheilt den νόμος Ἀμυκλαῖος aber ungetheilt gelassen, weil sie diesen dem Verräther Philonomos versprochen. Als sich dieser nun aus Scham nicht zeigt, wird auch hier die „Umtheilung" begonnen. Danach aber kommt Philonomos mit lemnischem Volk und erhält nun doch jenen νόμος, den er denen austheilt, die sich hier niederlassen wollen (cf. Conon. narrat. 36). Es ist dieselbe Geschichte, die Herodot in anderer Fassung von den Minyern, Plutarch und Polyaen von den Tyrrhenern von Lemnos erzählen, die sich auf das Taygeton setzen u. s. w.

Wie die erste Ansiedelung der dorischen Kriegsleute am Eurotas bewerkstelligt worden ist, können wir trotz jener Zeugnisse des Ephoros und Isokrates dahingestellt sein lassen. Positiv wissen wir aber, dass sie auf das obere Eurotasthal, auf die Hälfte des hohlen Lakedämon beschränkt war, dass das Wort: ὅτι γύνη Λάκαινα πατρὸν οὐχ ἑώρακε πολέμιον (Plut. Pel. 31) für diese Zeit keine Geltung zu beanspruchen hat.

Auf dies Gebiet, das Gebiet nordwärts Amyklae's, wäre die Theilung Lykurg's beschränkt gewesen, wenn sie gemacht worden wäre; hier war weder Platz für 30,000 Perioekenloose — der Perioeken Besitz gleich zu machen hätte überdies keinen Sinn und Zweck gehabt — noch für 9000 Spartanerloose.

Der Name Lykurg bezeichnet allerdings eine Umwandelung, eine neue Staatsordnung sehr eingreifender Art. Das Doppelkönigthum Sparta's ist nur erklärlich durch Annahme der Beseitigung eines langen Zwists zweier um die Krone streitender Häuser oder durch den Synoekismos zweier, bis dahin mehr oder weniger einander feindlicher Gemeinwesen. Ich gebe der letzteren Hypothese den Vorzug. Ephoros bemerkt ausdrücklich (fragm. 19): Eurysthe-

nes und Prokles würden weder Archegeten genannt, noch wären ihre Nachkommen nach ihnen genannt, noch hätten sie die Ehren der Oekisten in Sparta. Nach einer bei Polyaen (1,11) erhaltenen Tradition war das Gemeinwesen der Euristheiden (Agiaden) bei Sparta das ältere; gegen dieses, im Kampfe mit diesem, sei von Argos aus, angeblich durch Temenos und Prokles, ein zweites dorisches Gemeinwesen im Gebiet des Eurotas gegründet worden. Die Vereinigung dieser beiden Gemeinwesen war doch nur möglich, wenn die Fürstenhäuser derselben gleichgestellt, d. h. keinem von ihnen die entscheidende Autorität gegeben, diese vielmehr einer dritten Potenz, der Gemeinde des Herrenstandes in die Hand gelegt würde. Ich halte die Ächtheit der dies verfügenden Rhetra nicht nur durch ihre Umschreibung bei Tyrtaeos, sondern auch durch ihren Inhalt verbürgt. Sie giebt dem neuen Gemeinwesen die bei den Griechen unerlässlichen neuen Culte, sie nennt die Könige als Stifter des neuen Gemeinwesens ἀρχαγέται, sie stellt die Souveränität der vereinigten Adelsgemeinde fest. Welcher denkbare Grund wäre zu finden, diesen Synoekismos durch Umtheilung des Bodens zu erschweren? Etwa um dem natürlichen Widerstreben der Königshäuser die Unzufriedenheit der besser Situirten, auf deren Kosten die Umtheilung vollzogen worden sein soll, wie uns Plutarch sagt, und allein hätte vollzogen werden können, hinzuzufügen?

Anders lagen die Dinge nach der Eroberung Amyklae's. Diese ist das entscheidende Ereigniss in der Geschichte Sparta's. „Du hast, glückliche Theba," so sagt Pindar (Isthm. 7, 18) „die dorische Siedelung der Lakedaemonier auf die Füsse gestellt, als die Aegiden, deine Sprossen, Amyklae nahmen nach pythischem Spruch." Aristoteles sagt in der πολιτεία Λακεδαιμονίων: das Haupt der Aegiden, Timomachos, habe den Spartanern das Heerwesen geordnet (Schol. Pind. l. c.).

Nach der Überwältigung Amyklae's und weiter nach der von Helos stand der untere Theil des hohlen Lakedaemon und dann auch die Ebene an der Küste zur Verfügung. Die Achaeer verliessen diese Gebiete, zum Theil, wie berichtet wird, auf vertragsmässige Abkunft hin. Sie besiedelten unter Kratαïdas Melos, unter Pollis und Delphos Lyktos und Gortyn, die Minyer Triphylien und Thera. Wie hätte man das eroberte und zum Theil verlassene Land nicht auftheilen sollen, wie hätte man den Kriegsleuten den Preis des langen Krieges vorenthalten sollen, vorenthalten können? Gab es einen besseren Kitt für die neue Adelsgemeinde, als dass man alle

Mitglieder des einen wie des anderen der jüngst vereinigten Gemeinwesen hier ausstattete, gleichzeitig ausstattete, als indem allen Familien des Herrenstandes hier eine Hufe zugewiesen wurde, mit der Verpflichtung der auf derselben angesessenen Helotenfamilien, einen bestimmten Theil des Ertrages der Hufe dem Herrn abzuliefern? Das Gebiet Sparta's war mindestens verdoppelt und damit war auch die Zahl der Unterthanen, der Perioeken wie der Heloten, gewachsen. Die politischen wie die Gutsunterthanen in Gehorsam zu halten, war Kriegsbereitschaft des Herrenstandes in möglichst grosser Zahl geboten. Damit aber war auch die Pflicht für das Gemeinwesen gegeben, Sorge zu tragen, dass die Glieder des Herrenstandes wo möglich sämmtlich in der Lage waren, den Kriegsdienst leisten zu können, d. h. dass sie ihre Rüstung beschaffen konnten, sich militärische Schulung zu geben, das Haus ohne Sorge um Frau und Kind zu verlassen im Stande waren. Wie hätte man die vor den Füssen liegenden Mittel solcher Ausstattung nicht ergreifen, wie hätte man sie absichtlich verschmähen sollen? Verlangte die Heeresordnung, die Timomachos eingeführt haben soll, schon damals, dass die Corporalschaften des Heeres auch im Frieden bei einander blieben, in der Messe nicht im Hause aszen, die Messe durch ihre Beiträge erhielten, so musste dafür gesorgt werden, dass die Glieder dieser Waffengenossenschaften auch den Beitrag leisten konnten; dafür war um so mehr zu sorgen, wenn das volle Bürgerrecht von der Leistung des Kriegsdienstes, von der Zugehörigkeit zu einer Corporalschaft, zu einer Messe abhängig gemacht wurde. In der That vernehmen wir denn auch, dass bei Aufnahme von Neubürgern diese mit Grundbesitz ausgestattet wurden (Inst. lacon. 22. Aristot. Pol. 2,6, 12).

Mir scheint evident, dass nach der Überwältigung von Amyklae und Helos nicht weniger geschehen konnte, als was nach der Eroberung Messeniens geschehen ist, wenn auch Pausanias nur in Anlass Geronthrae's bemerkt: *ἀναστήσαντες δὲ Γερονθρῶν Δωριεῖς τοὺς Ἀχαιοὺς παρὰ σφῶν ἐποίκους ἀπέστειλαν* (3, 22, 6).

Hiernach haben wir die erste Vertheilung eroberten Landes an die Familien des Herrenstandes „nach der Schnur" nach erfolgtem Synoekismos, nach erfolgter Eroberung des unteren Eurotasthals, d. h. nach dem Jahre 800 v. Chr. anzunehmen. Das Gedächtniss der Eroberung Amyklae's stand fest durch die Feier der Hyakinthien, die Ausstellung des Panzers des Timomachos, das Tropaeon

des Sieges über die Amyklaeer, das Heiligthum des Zeus Tropaeos, das Heroon des Teleklos, unter dem Amyklae genommen war, des einzigen Königs Sparta's, der dieser Ehre würdig gehalten war.

Die Zeit dieses entscheidenden Fortschritts, der zweiten Gründung Sparta's bestimmt sich durch die des ersten messenischen Krieges, dessen Schluss hinter das Jahr 710 v. Chr. herabzurücken das Gründungsjahr Tarents nicht gestattet; dessen Dauer durch das Zeugniss des Tyrtaeos feststeht: er hat spätestens 730, wahrscheinlich ein Lustrum früher begonnen. Polydor und Theopomp sind die Könige, die diesen Krieg führen; Polydor's Vorgänger ist Alkamenes, der die untere Ebene am Meere unterwirft, die Achaeer von Helos überwältigt, des Alkamenes Vorgänger ist Teleklos, der somit über das Jahr 800 nicht hinaufgerückt werden kann. Die Staatsordnung des Lykurg liegt aber auch nach der ihn am spätesten setzenden Tradition unter dem Vorgänger des Teleklos, dem Archelaos aus dem Hause Agis und dem Charilaos aus dem Hause Eurypon; also vor dem Jahre 800. Die Überlieferung der Königsfolgen von Archelaos und Charilaos abwärts zu bezweifeln, scheint mir keinerlei Grund vorzuliegen. Mit diesem Ergebniss stimmt die Angabe des Thukydides; Sparta stehe seit 400 und einigen Jahren „bis zum Ende dieses Krieges" unter derselben Verfassung (1, 18). Wir wissen nicht, auf welchen Daten des Thukydides Angabe beruht; jedenfalls ist sie unabhängig von dem Calcül der späteren Chronographen.

Die zweite Zutheilung von Äckern nach der Schnur an die Familien des Herrenstandes fällt nach dem Schluss des ersten mesenischen Krieges, kurz vor das Jahr 700. Der älteste und vollgültigste Zeuge, der dieselbe beschreibt, ist Tyrtaeos, indem er sagt: „die Messenier hätten gleich von schweren Lasten gedrückten Eseln unter hartem Zwang ihren Herrschaften die Hälfte der Ackerfrucht bringen und mit ihren Weibern die Todtenklage um den Herrn erheben müssen." Wir wissen, dass nicht das gesammte Land in dieser Weise aufgetheilt worden ist. Pylos und Methone blieben wie zuvor in den Händen der Achaeer, die Androkliden erhielten Hyameia und jene Dryoper von Asine den Küstenstrich am Meere.

Als dann die Messenier mit den Achaeern von Pylos und Methone aufstehen, geräth Sparta in Bedrängniss und dazu bricht Zwiespalt im Innern aus. „In den Aristokratieen", sagt Aristoteles, „entsteht Parteiung, wenn die Einen empfindlichen Mangel leiden, die Andern in Wohlstand sind. Das ereignet sich namentlich im

Kriege. Auch in Sparta geschah dies in Anlass des messenischen Krieges. Dies erhellt auch aus dem Eunomia genannten Gedicht des Tyrtaeos, denn die vom Kriege Herabgebrachten verlangten den ἀναδασμὸς d. h. Umtheilung (Polit. 5, 6, 2). Pausanias erzählt in freilich sehr wunderlicher Weise Gleiches: οὐ γαρ ἠνείχοντο οἱ ταύτῃ τὰ κτήματα ἔχοντες τὰ σφέτερα ἀργὰ εἶναι; den hieraus entstandenen Zwiespalt habe Tyrtaeos beigelegt (4, 18, 2). Die durch den Krieg tief Herabgebrachten, die durch Umtheilung in bessere Lage kommen wollen, können nur Die Familien des Herrenstandes gewesen sein, deren Kleren in Messenien lagen. Wir werden hieraus schliessen können, dass eine Anzahl spartanischer Familien nur in Messenien Kleren besass, und wiederum hieraus, dass bei der Auftheilung des unteren Eurotasthals wie bei der Messeniens selbstverständlich die grundbesitzlosen Familien des Herrenstandes, zu denen die aus Ehen der jüngeren Söhne erwachsenen vornemlich gehören mussten, vorweg betheilt worden waren.

Von den Maassnahmen, die nach der Unterdrückung des Aufstandes getroffen wurden, erkennen wir nur etwa so viel, dass die frühere Theilung hergestellt, und zwar wohl in weiterem Umstande hergestellt worden sein wird. Die Achaeer von Pylos und Methone, die sich dem Aufstande angeschlossen, wurden verjagt, ihr Gebiet erhielten die Nauplier, die Asinaeer blieben unangefochten, die Landschaft Hyameia aber wurde eingezogen. Pausanias sagt ganz kurz: Λακεδαιμόνιοι δε τότε ὡς ἐπεκράτησαν τῆς Μεσσηνίας τὴν μὲν ἄλλην — αὐτοὶ διελάγχανον (4, 24, 4). Platon hebt die Menge und Güte der Äcker hervor, welche die Spartaner in Lakonien und Messenien besässen, und erwähnt daneben die βοσκήματα in Messenien, auf denen die Spartaner ihre Heerden weiden liessen (Alcib. I. p. 122).

So standen die Dinge in Messenien, bis auf die Schlacht von Leuktra und den Zug des Epaminondas, bis auf den Schlag, von dem sich Sparta niemals wieder erholt hat. „Das Land, das die Lakedaemonier sich zugetheilt, dessen Ertrag sie so lange genossen (καρπούμενοι)," sagt Plutarch (Agesil. 31. Pelop. 34), „ging verloren." Epaminondas stellte Messenien her κατακληρουχήσας τὴν χώραν; Diod. 15, 66.

Ob Vertheilung von Kleren auch bei den Eroberungen stattgefunden hat, die Sparta gegen Arkadien und Argos machte, ist nicht ersichtlich. In den Gebirgsgebieten von Aegys, das vor dem ersten messenischen Kriege, und Skiris, das nach demselben ge-

wonnen wurde, ist dies bei der Geringfügigkeit des dortigen Ackerlandes, bei dem Umstande, dass die Perioeken von Skiris eine geschlossene Abtheilung des spartanischen Heeres bildeten, endlich bei der gefährlichen Nachbarschaft Tegea's, mit dem erst seit der Mitte des sechsten Jahrhunderts veränderte Beziehungen eintraten, nicht wahrscheinlich. Von der Ostküste und der Parnon-Halbinsel, die sammt Kythera der Oberhoheit von Argos vor dem Jahre 600 entrissen worden sein müssen, erfahren wir nur, dass Sparta für Prasiae in die Opfergemeinschaft von Kalauria getreten ist, und finden späterhin die Küstenorte Boeae, Zarex, Epidauros limera wie Gytheion am lakonischen Busen als Perioekenstädte (Pausan. 3, 21, 6). Dass in der spätesten Erwerbung Sparta's gegen Argos, in der Landschaft Thyrea, der ergiebigsten Ebene des Küstenlandes, keine spartanischen Kleren lagen, folgt aus der Ansiedelung der Aegineten in Thyrea.

Mögen nicht alle diese Ausführungen zutreffen, — dass nach dem ersten und zweiten messenischen Kriege Landanweisungen in Messenien stattgefunden haben, steht fest. Dass alle damals vorhandenen Familien des Herrenstandes Antheile erhielten, ergiebt sich für den ersten Krieg aus der Forderung der Parthenier: „hier ebenfalls Äcker zu erhalten", den fünften Theil des Landes, wie aus dem Verlangen des ἀναδασμὸς Seitens der durch den Krieg besonders Herabgebrachten. Tyrtaeos sagte uns, dass die messenischen Heloten die Hälfte der Ackerfrucht der Herrschaft abzuliefern hatten. Nach Plutarch besteht der Ertrag des spartanischen Kleros in jährlich 82 Medimnen an Gerste καὶ τῶν ὑγρῶν καρπῶν ἀναλόγως τὸ πλῆθος (Lyc. 8). Diese Quoten scheinen die bestimmt ausgedrückte Schätzung des halben Ertrags zu sein. Der gleiche Ertrag weist auf ungefähr gleich zugemessene, „nach der Schnur" zugemessene Güter hin; die Vorschrift, den Ertrag für die Herrschaft, die ἀποφορά, nicht zu erhöhen auf Verleihung von Staatswegen, weiter auf das Interesse des Staats die Heloten von dem Inhaber des Kleros weder besonders drücken noch besonders bevorzugen zu lassen. Ausgewählte Stücke waren den Königen nach Xenophon in vielen Perioekengemeinden zugewiesen (Resp. Laced. 15, 3).

Eine Vergleichung der Quoten, die zu den Syssitien beizusteuern waren, bei Plutarch (Lyc. 12) mit denen des Dikaearch nach „attischem Maass" bei Athenaeos (p. 141) zeigt, dass Plutarchs Ansätze nach aeginaeischem Fusse gegeben sind. Die An-

gaben des Dikaearch setzen uns in den Stand, auch die Quote des Gutsertrags bei Plutarch von aeginaeischem in attisches Maass umzurechnen Nach Boeckh's Ansatz des Verhältnisses zwischen attischem und aeginaeischem Maass würden jene 82 aeginaeische Scheffel rund 120 attischen Medimnen gleich sein.

Die Zuweisung des Kleros hatte den Sinn, dem Staate die Leistung des Hoplitendienstes zu sichern; das Maass des Kleros war demnach dergestalt zu bestimmen, dass auch ein sonst besitzloser Inhaber mit seiner Familie von demselben leben, sich selbst und mindestens einen Knecht im Felde erhalten, den Beitrag zu den Syssitien liefern konnte, von welchem seine Einreihung in das Heer und seine Mitgliedschaft im Herrenstande abhing. Nach dem keinenfalls ungewichtigen Zeugniss des Dikaearch — seine πολιτεία Λακεδαιμονίων soll jährlich den Epheben beim Amtshause der Ephoren vorgelesen worden sein — betrugen die Beiträge zur Messe jährlich 18 Scheffel Gerste, 74 Pfund Käse, 37 Pfund Obst, 140 Choen, d. h. gegen 412 Quart Wein und 120 aeginaeische Obolen, d. h. 7 bis 8 Thaler jährlich. Von der Hebung, die dem Herrn vom Kleros zustand, abgerechnet, liess der Beitrag zur Messe in dieser Höhe noch Ausreichendes zum Unterhalte der Familie übrig.

Solons Verfassung verlangt für den Hoplitendienst einen Grundbesitz von mindestens 150 oder 200 Medimnen oder Metreten Ertrag, d. h. Reinertrag nach Deckung des Lebensbedarfs der Familie. Der Überschuss von 150 Medimnen oder Metreten übertrifft den des spartanischen Kleros von 120 Medimnen und analogem Quantum an Obst und Wein nicht. Die Kleren auf Lesbos warfen eine Pacht von jährlich 200 Drachmen ab. Auch dieser Betrag weist auf das Maass des Zeugitengutes, und geht über den ungefähren Betrag der Hebung aus dem spartanischen Kleros nicht merklich hinaus.

Vorschriften zur Erhaltung der Stammgüter waren nicht selten bei den Hellenen. Ἦν δὲ, sagt Aristoteles (Pol. 6, 2, 5), τό γε ἀρχαῖον ἐν πολλαῖς πόλεσι νενομοθετήμενον μηδὲ πωλεῖν ἐξεῖναι τοὺς πρώτους κλήρους. Insbesondere werden Vorschriften dieser Art dem Korinther Pheidon (Arist. Pol. 2, 3, 7), dem Philolaos von Theben (Pol. 2, 9, 7), dem Zaleukos von Lokri (Pol. 2, 1, 4) beigelegt. Sie können in Sparta für die Kleren um so weniger gefehlt haben, als die Möglichkeit der Leistung der Dienstpflicht Seitens aller der

Familien, die nicht mehr als den Kleros besassen, von dem dauernden Besitz desselben abhing.

In den Auszügen des Pontikers heisst es: *πωλεῖν δὲ γῆν Λακεδαιμονίοις αἰσχρὸν νενόμισται; τῆς δ' ἀρχαίας μοίρας οὐδὲ ἔξεστιν.* Ebenso wird bei Plutarch bemerkt bezüglich der *ἀρχῆθεν διατεταγμένη μοῖρα· πωλεῖν δ' οὐκ ἐξῆν* (Inst. lacon. 22). Unter der *ἀρχαία μοῖρα*, der *ἀρχῆθεν διατεταγμένη μοῖρα* wird der vom Staate überwiesene Theil d. h. der Kleros zu verstehen sein; mit diesem zu handeln ist nicht bloss schimpflich sondern auch nicht erlaubt.

Diese Ordnung warf der Ephor Epitadeus in den ersten Jahrzehnten des vierten Jahrhunderts über den Haufen. Er brachte ein Gesetz durch: *ἐξεῖναι τὸν οἶκον αὐτοῦ καὶ τὸν κλῆρον ᾧ τις ἐθέλοι καὶ ζῶντα δοῦναι καὶ καταλιπεῖν διατιθέμενον* (Plut. Agis 5). Dies Gesetz hat Aristoteles im Auge, wenn er sagt: *τοῦτο δὲ καὶ δεῖ τῶν νόμων τέτακται φαύλως· ὠνεῖσθαι μὲν γὰρ ἢ πωλεῖν τὴν ὑπάρχουσαν ἐποίησεν οὐ καλόν, ὀρθῶς ποιήσας· διδόναι δὲ καὶ καταλείπειν ἐξουσίαν ἔδωκε τοῖς βουλομένοις* (Pol. 2, 6, 10). Handel mit Grund und Boden blieb auch nach dem Gesetz des Epitadeus schimpflich, verkauft durfte der Kleros auch jetzt noch nicht werden, aber er konnte bei Lebzeiten verschenkt und von Todeswegen über ihn verfügt werden. Und seitdem, fügt Plutarch hinzu: „stiessen die Mächtigen die Verarmten aus dem Erbe." Xenophon bemerkt, dass die Spartaner den Gesetzen Lykurgs nicht mehr gehorchten (Resp. Laced. 14, 5. 6. 7). Aristoteles hebt hervor, dass die Erbtöchter zahlreich geworden seien, dass der Vater diese beliebig verheirathen konnte, dass den Töchtern grosse Mitgiften gegeben wurden. Dazu kam dann der Verlust Messeniens mit den Weiden, den Staatsgütern, mit sämmtlichen hier belegenen Kleren.

Herodot schätzt die Zahl der waffenfähigen Spartaner, d. h. also der Männer von 20 bis 60 Jahren auf etwa 8000 (7, 234). Aristoteles bemerkt: Sparta solle einst 10,000 Hopliten zu stellen vermocht haben; das Land reiche hin, 30,000 Hopliten zu erhalten und 1500 Reiter. Xenophon geht in seinen Betrachtungen über Sparta's Verfassung von der Frage aus: „wie es möglich gewesen, dass Sparta, das zu den wenigst menschenreichen Gemeinwesen gehöre, zum mächtigsten und ruhmreichsten habe erwachsen können (Resp. Lac. 1, 1)". Die höchste Zahl der ins Feld rückenden Hopliten ist 5000; so viele fechten bei Plataeae und nicht ganz so viele 60 Jahre später bei Mantinea (Thukyd. 5, 64. 68). An Menschen-

mangel, sagt Aristoteles, ist Sparta zu Grunde gegangen. Gab es im Jahre 480 8000 waffenfähige Spartaner, so können wir doch höchstens 6000 Familien annehmen, und die Zahl der in Messenien anderthalb Jahrhunderte früher nach dem zweiten Kriege hier angewiesenen Kleren gewiss nicht über diese Zahl schätzen.

War der halbe Ertrag des Kleros auf 120 attische Scheffel und das entsprechende Quantum an Obstfrucht geschätzt, so erforderte der ganze Ertrag, 240 Scheffel Gerste, eine Ackerfläche von höchstens 24 Morgen Landes mittlerer Qualität. Nimmt man 6 Morgen für Garten- und Weinland und 10 Morgen an Weide hinzu, so hätte der Kleros einen Umfang von 40 Morgen oder etwas mehr als 100 Plethren (genau 107) gehabt. 1000 Kleren dieser Art erfordern wenig mehr als 2 Quadratmeilen. Aber auch wenn man den Kleros um die Hälfte grösser, auf 60 Morgen demnach 1000 Kleren auf 3 Quadratmeilen ansetzt — das für 6000 Kleren dieser Art erforderliche Acker-, Weide- und Gartenland war sowohl unterhalb Amyklae, viel mehr in Messenien verfügbar zu machen, ohne die Perioeken zu depossediren, und liess dazu noch dem Gemeinwesen Landstücke zur Vergebung an die Könige, Weidestrecken und Äcker zur Verpachtung in ausreichendem Maasse übrig.

Hr. Mommsen legte ein Facsimile der nachweislich ältesten lateinischen Inschrift vor.

---

10. Februar. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Websky las:

Über die Ableitung des krystallographischen Transformations-Symbols.

Man hat in der krystallographischen Praxis zuweilen das Bedürfniss, die Axenrichtungen und die Einheitswerthe der Axen einer beschriebenen Krystall-Gattung zu ändern, so dass für die nach den ursprünglichen Elementen symbolisirten Flächen neue Symbole aufkommen. Der aus den alten Symbolen und den Veränderungs-Bedingungen hergeleitete, der allgemeinen Form eines Symbols entsprechende Ausdruck, welcher, angewendet auf eine bestimmte Fläche, das ihr zukommende neue Symbol giebt, ist das Transformations-Symbol genannt worden.

Unter den verschiedenen, behufs Ableitung desselben eingeschlagenen Wegen ist der von Quenstedt (Grundriss der bestimmenden und rechnenden Krystallographie, Tübingen 1873. p. 377 unter dem Abschnitt „Zonenaxenschnittformel") betretene der bei Weitem anschaulichste, bedarf aber einer Berichtigung und Erweiterung, welche hier gegeben werden soll.

Wenn man die Veränderung der Axenrichtungen so normirt, dass man bestimmt, dass drei nach den ersten Axen OA, OB, OC mit den Symbolen

$$F_1 = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1} : c \ , \quad F_2 = \frac{a}{\mu_2} : \frac{b}{\nu_2} : c \ , \quad F_3 = \frac{a}{\mu_3} : \frac{b}{\nu_3} : c$$

belegte Flächen, bezogen auf die zweiten Axen OA_n, OB_n, OC_n Hexaïd-Symbole erhalten sollen, nämlich

$$F_1 = \infty a_n : b_n : \infty c_n \ ,$$
$$F_2 = a_n : \infty b_n : \infty c_n \ ,$$
$$F_3 = \infty a_n : \infty b_n : c_n \ ,$$

so muss man noch, um zur Bildung von Flächen-Symbolen zu gelangen, bestimmen, dass eine vierte Fläche

$$F_4 = \frac{a}{\mu_4} : \frac{b}{\nu_4} : c$$

nach den neuen Axen das Symbol

$$= \frac{a_n}{\varphi} : \frac{b_n}{\chi} : \frac{c_n}{\Psi}$$

annehme, und zwar muss das letztere ein Octaïd-Symbol sein, wo φ, χ, Ψ keiner anderen Bedingung unterworfen sind, als der, zwischen 0 und $\pm\infty$ belegen zu sein. Durch diese vierte Fläche wird nehmlich das Einheits-Verhältniss der neuen Axen bestimmt, welches bei der Wahl der Hexaïd-Symbole für F_1, F_2, F_3 unbestimmt bleibt. Denselben Zweck würden auch zwei Flächen erfüllen können, wenn zunächst die eine Fläche einer Hexaïdzone der neuen Axen angehört und dieserhalb, auf diese bezogen, ein Dodecaïd-Symbol erhalten und das eine der beiden Einheits-Verhältnisse der neuen Axen unbestimmt lassen müsste; dieses letztere würde dann durch eine in einer anderen Hexaïdzone der neuen Axen belegene Fläche mittelst des ihr darnach beizulegenden Dodecaïd-Symboles zu bestimmen sein, oder durch eine Octaïdfläche, mittelst eines nur bezüglich der dritten Axe willkürlich wählbaren Axenschnittes.

Da aber die so durch zwei Flächen bewirkte Normirung der neuen Axeneinheiten sich auf dem Wege der Deduction als identisch mit der durch das Symbol einer von ihnen abgeleiteten Octaïdfläche erweist, so bildet eine solche im Allgemeinen das erforderliche Requisit zur Fixirung der neuen Einheitswerthe.

Die Aufgabe geht nun dahin, für irgend eine andere nach OA, OB, OC symbolisirte Fläche $F = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$ den einem Symbol analogen Ausdruck

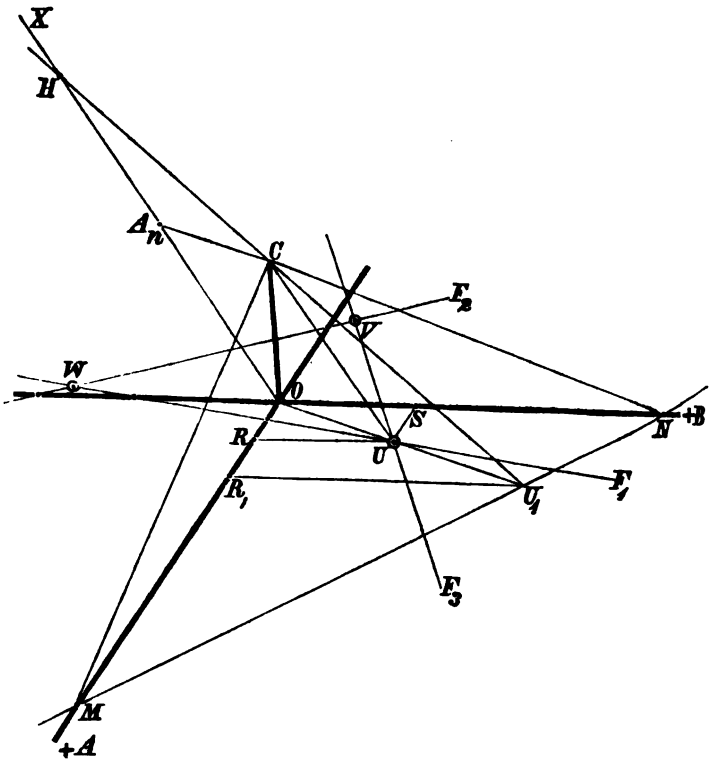
$$\frac{a_n}{h} : \frac{b_n}{k} : c_n = \frac{a_n}{f_1(\mu,\nu)} : \frac{b_n}{f_2(\mu,\nu)} : \frac{c_n}{f_3(\mu,\nu)}$$

abzuleiten, in welchem die Beziehungen f_1, f_2, f_3 den gegebenen Forderungen entsprechen.

Die Entwicklung gestaltet sich am einfachsten, wenn man bestimmt, dass als F_4 die Basis der ursprünglichen Axen, $c = \infty a : \infty b : c$ (mut. mut. eine in F_1, F_2, F_3 nicht vertretene Hexaïdfläche derselben) das Symbol $= a_n : b_n : c_n$ annehme.

Trägt man in die parallel-perspectivisch dargestellte Linear-Projection des Axensystemes OA, OB, OC auf eine der Basis

(mut. mut. der zu F_4 gewählten Axenebne) parallele Projections-Ebne



die drei Sectionslinien der Flächen F_1, F_2, F_3, die als Octaïdflächen zu denken sind, mit den aus den Symbolen folgenden, positiven oder negativen Axenschnitten, also Sectionslinie F_1 mit $\frac{a}{\mu_1}$ in Projections-Axe OA und mit $\frac{b}{\nu_1}$ in Projections-Axe OB, u. s. w. ein, so entstehen drei Zonenpuncte

U zwischen F_1 und F_2 ,
V zwischen F_2 und F_3 ,
W zwischen F_1 und F_3 ;

verbindet man diese mit dem allen Flächenrichtungen gemeinsamen

Punct C in der Axe OC, in der Entfernung $c = 1$ von O, was in der Figur, um dieselbe möglichst einfach zu halten, nur bezüglich des Punktes U geschehen ist, so repräsentirt

CU die neue Axenrichtung OA_n,

und analog

CV die neue Axenrichtung OB_n,

CW die neue Axenrichtung OC_n.

Die Lage der Puncte U, resp. V und W, kann man durch die Coordinaten (axoparallelen Abstände)

$$OR_u = \frac{a}{m_u} = \frac{\nu_3 - \nu_1}{\nu_3\mu_1 - \nu_1\mu_3} a$$

$$OS_u = \frac{b}{n_u} = \frac{\mu_1 - \mu_3}{\nu_3\mu_1 - \nu_1\mu_3} b$$

$$OR_v = \frac{a}{m_v} = \frac{\nu_3 - \nu_2}{\nu_3\mu_2 - \nu_2\mu_3} a$$

$$OS_v = \frac{b}{n_v} = \frac{\mu_2 - \mu_3}{\nu_3\mu_2 - \nu_2\mu_3} b$$

$$OR_w = \frac{a}{m_w} = \frac{\nu_2 - \nu_1}{\nu_2\mu_1 - \nu_1\mu_2} a$$

$$OS_w = \frac{b}{n_w} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\nu_2\mu_1 - \nu_1\mu_2} b$$

angeben.

Die Basis wird nach dem Princip der Linear-Projection durch eine mit den Projections-Axen, OA und OB, parallele, durch C gehende Reductions-Ebne repräsentirt, welche keine Sectionslinie in endlichen Dimensionen besitzt; sie schneidet die neuen Axen CU, CV, CW in unendlich kleinen, also die Einheitswerthe nicht wahrnehmbar darstellenden Entfernungen; das Verhältniss der Axenschnitte untereinander bleibt aber unverändert, wenn man unter Beibehaltung der Richtung dieser Axen das Axenkreuz CU, CV, CW nach dem Ausgangspuncte O der Axen OA, OB, OC verschiebt, so dass es die Lage OX, resp. OY und OZ erhält. Alsdann schneidet die Reductions-Ebne der alten Basis die Ebnen $UOCX$ resp. $VOCY$ und $WOCZ$ in den mit OU, resp. OV und OW parallelen Linien CA_n, resp. CB_n, CC_n und sind dann die von OX, resp. OY, OZ abgeschnittenen Stücke OA_n, resp. OB_n

und OC_n die positiven Einheiten der neuen Axen, also a_n, resp. b_n und c_n, auch $= CU$, resp. $= CV$ und CW.

Jede andere Fläche $F = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$ wird in die Linear-Projection eingetragen als Ebne durch C, M, N, so dass $OM = \frac{a}{\mu}$ in Axe OA, $ON = \frac{b}{\nu}$ in Axe OB genommen wird; eine solche Ebne wird die Axen OX, resp. OY und OZ in drei Abständen OH, resp. OK und OL schneiden und alsdann durch die Proportion $OH : OK : OL$, ausgedrückt in der Form

$$\frac{OH}{OA_n} \cdot OA_n : \frac{OK}{OB_n} \cdot OB_n : \frac{OL}{OC_n} \cdot OC_n = \frac{a_n}{h} : \frac{b_n}{k} : \frac{c_n}{l}$$

das Transformations-Symbol gegeben sein.

Die drei Längen OH, resp. OK und OL werden jede für sich als lineare nach der Einheit OC gemessene Stücke in den Ebnen $UOCX$, resp. $VCOY$ und $WCOZ$ nach Quenstedt wie folgt gefunden.

Wenn U die Coordinaten (axoparallelen Abstände)

$$OR_u = \frac{a}{m_u} = \frac{\nu_3 - \nu_1}{\nu_3\mu_1 - \nu_1\mu_3} a$$

$$OS_u = \frac{b}{n_u} = \frac{\mu_1 - \mu_3}{\nu_3\mu_1 - \nu_1\mu_3} b$$

erhält, so repräsentirt die Mittelpunctslinie OU die Säulenfläche $= \frac{a}{m_u} : \frac{b}{-n_u} : \infty c$ und besitzt der Zonenpunct U_1, den diese mit der Sectionslinie MN der allgemeinen Fläche $F = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$ macht, die Coordinate

$$OR_1 = \frac{\nu + \infty n_u}{\infty m_u \nu + \infty n_u \mu} a = \frac{n_u}{m_u \nu + n_u \mu} a ;$$

in den ähnlichen Dreiecken UOR und $U_1 OR_1$ besteht die Proportion

$$OU : OU_1 = OR : OR_1$$

oder

$$OU_1 : UU_1 = OR_1 : OR_1 - OR ,$$

so dass

$$OU_1 : UU_1 = \frac{n_\varkappa}{m_\varkappa \nu + n_\varkappa \mu} : \frac{n_\varkappa}{m_\varkappa \nu + n_\varkappa \mu} - \frac{1}{m_\varkappa}$$

$$= n_\varkappa m_\varkappa : n_\varkappa m_\varkappa - m_\varkappa \nu - n_\varkappa \mu$$

$$= 1 \quad : 1 - \frac{\mu}{m_\varkappa} - \frac{\nu}{n_\varkappa}$$

wird; in den ähnlichen Dreiecken OHU_1 und UCU_1 ist ferner

$$OH : CU = OU_1 : UU_1$$

und daher auch, da $CU = OA_n$,

$$OH : OA_n = \frac{1}{1 - \frac{\mu}{m_\varkappa} - \frac{\nu}{n_\varkappa}} : 1 = \frac{a_n}{h} : a_n .$$

Es ist also $h = 1 - \frac{\mu}{m_\varkappa} - \frac{\nu}{n_\varkappa}$ und analog

$$k = 1 - \frac{\mu}{m_\varphi} - \frac{\nu}{n_\varphi}$$

$$l = 1 - \frac{\mu_\omega}{m_\omega} - \frac{\nu}{n_\omega}$$

und damit die Aufgabe vollständig gelöst.

Der Zonenpunct U_1, und analog V_1 und W_1, fällt entweder in den Projections-Quadranten, in welchem U, resp. V und W, belegen sind, oder in den diametral entgegengesetzten; liegt im ersteren Falle U_1 zwischen O und U, dann wird $\frac{a_n}{h}$ negativ in den Grenzen 0 und $-\infty$, liegt dagegen U_1 weiter von O als U, dann wird $\frac{a_n}{h}$ positiv in den Grenzen $+a_n$ und $+\infty$; fällt aber U_1 in den entgegengesetzten Quadranten, dann wird $\frac{a_n}{h}$ positiv in den Grenzen 0 und $+a_n$.

Man gelangt zu demselben Resultat, wenn man an Stelle der Verschiebung des Axenkreuzes CU, CV, CW in die Lage OX, OY, OZ die Ebne der allgemeinen Fläche CMN nach W transportirt, CU und CV als Projections-Axen in der Ebne CUV ansieht, und die Längen berechnet, in denen CU und CV von den durch W

gelegten Parallelen mit CM und CN getroffen wird; die Entwicklung ist aber eine ungleich umständlichere.

Um das so gefundene, nur für den Fall, dass die Basis $c = \infty a : \infty b : c$ das Symbol $= a_n : b_n : c_n$ annehme, gültige Transformations-Symbol der allgemeinen Fläche $F = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$ in

$$\frac{a_n}{h} : \frac{b_n}{k} : \frac{c_n}{l} = \frac{a_n}{1 - \frac{\mu}{m_a} - \frac{\nu}{n_a}} : \frac{b_n}{1 - \frac{\mu}{m_e} - \frac{\nu}{n_e}} : \frac{c_n}{1 - \frac{\mu}{m_w} - \frac{\nu}{n_w}}$$

dahin zu verallgemeinern, dass der Voraussetzung:

$$F_1 = \frac{a}{\mu_e} : \frac{b}{\nu_e} : c \text{ gehe über in } \frac{a_{nn}}{\varphi} : \frac{b_{nn}}{\chi} : \frac{c_{nn}}{\downarrow}$$

genügt werde, muss auf einen bekannten Satz (vergl. V. v. Lang Lehrbuch d. Kryst. 1866 p. 31 und anderwärts) zurückgegangen werden. Wenn ohne Veränderung der Axen eine Fläche $F_1 = \frac{a_n}{h_e} : \frac{b_n}{k_e} : \frac{c_n}{l_e}$ das Symbol $= \frac{a_{nn}}{\varphi} : \frac{b_{nn}}{\chi} : \frac{c_{nn}}{\downarrow}$ annehmen soll, so hat man zunächst

$$a_{nn} = \frac{\varphi a_n}{h_e}, \quad b_{nn} = \frac{\chi b}{k_e}, \quad c_{nn} = \frac{\downarrow c_n}{l_e}$$

und daher, nachdem man das Symbol der allgemeinen Fläche $F = \frac{a_n}{h} : \frac{b_n}{k} : \frac{c_n}{l}$ in die Form

$$= \frac{1}{h}\frac{\varphi h_e}{\varphi h_e} a_n : \frac{1}{k}\frac{\chi k_e}{\chi k_e} b_n : \frac{1}{l}\frac{\downarrow l_e}{\downarrow l_e} c_n$$

gebracht hat,

$$F = \frac{1}{h}\frac{h_e}{\varphi} a_{nn} : \frac{1}{k}\frac{k_e}{\chi} b_{nn} : \frac{1}{l}\frac{l_e}{\downarrow} c_{nn},$$

wo $\frac{h_e}{\varphi}, \frac{k_e}{\chi}, \frac{l_e}{\downarrow}$ die Rolle von in allen Symbolen ein und derselben Transformation sich gleichbleibenden Coëfficienten übernehmen.

Wenn daher im Sinne unserer Aufgabe bei gleichzeitiger Veränderung der Axenlagen, die Einheiten der neuen Axen so zu normiren sind, dass die Fläche $F_1 = \frac{a}{\mu_e} : \frac{b}{\nu_e} : c$ auf die neuen Axen

bezogen das Symbol $= \frac{a_{nn}}{\varphi} : \frac{b_{nn}}{\chi} : \frac{c_{nn}}{\Psi}$ annehmen soll, so sind zunächst die constanten Coëfficienten

$$\Phi = \frac{h_e}{\varphi} = \frac{1 - \frac{\mu_e}{m_u} - \frac{\nu_e}{n_u}}{\varphi}$$

$$\mathrm{X} = \frac{k_e}{\chi} = \frac{1 - \frac{\mu_e}{m_v} - \frac{\nu_e}{n_v}}{\chi}$$

$$\Psi = \frac{l_e}{\Psi} = \frac{1 - \frac{\mu_e}{m_w} - \frac{\nu_e}{n_w}}{\Psi}$$

zu entwickeln und lautet, diese eingesetzt, das allgemeine Transformations-Symbol einer Fläche $F = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$ wie folgt:

$$\frac{a_{nn}}{h} : \frac{b_{nn}}{k} : \frac{c_{nn}}{l} = \frac{a_{nn}\Phi}{1 - \frac{\mu}{m_u} - \frac{\nu}{n_u}} : \frac{b_{nn}\mathrm{X}}{1 - \frac{\mu}{m_v} - \frac{\nu}{n_v}} : \frac{c_{nn}\Psi}{1 - \frac{\mu}{m_w} - \frac{\nu}{n_w}}.$$

Wenn beispielsweise an den Krystallen des Axinits (vergl. G. vom Rath, Poggend. Ann. CXXII, S. 371 u. f.) nach der Aufstellung von Naumann die Flächen

$$b = (\infty a : \tfrac{1}{2} b' : c)$$

$$s = (\tfrac{1}{2} a : \infty b : c)$$

$$c = (a' : \tfrac{1}{3} b : c)$$

symbolisirt werden und nach dem Vorschlage von G. vom Rath anderseits die Symbole

$$b = (\infty a_{nn} : b_{nn} : \infty c_{nn})$$

$$s = (a_{nn} : \infty b_{nn} : \infty c_{nn})$$

$$c = (\infty a_{nn} : \infty b_{nn} : c_{nn})$$

erhalten und $l = (a : \infty b : \infty c)$ in das Symbol

$$= \left(\frac{a_{nn}}{-5} : \frac{b_{nn}}{-3} : c_{nn} \right)$$

übergehen soll, so liegt

$$\text{Axe } OA_{nn} \text{ in Kante } b \mid c \,,$$
$$OB_{nn} \text{ in Kante } s \mid c \,,$$
$$OC_{nn} \text{ in Kante } b \mid s \,;$$

ferner giebt

$$\text{Fläche } b \text{ die Werthe } \mu_1 = 0 \,, \nu_1 = -2$$
$$s \quad \text{desgl.} \quad \mu_2 = +2 \,, \nu_2 = 0$$
$$c \quad \text{desgl.} \quad \mu_3 = -1 \,, \nu_3 = +3$$

und folgt aus $\mu_1\nu_1\mu_2\nu_2$

$$m_u = -\tfrac{2}{5} \,, \; n_u = -2 \,,$$

aus $\mu_2\nu_2\mu_3\nu_3$

$$m_v = +2 \,, \; n_v = +2 \,,$$

aus $\mu_1\nu_1\mu_2\nu_2$

$$m_w = +2 \,, \; n_w = -2 \,;$$

während

$$\mu_e = \infty \,, \; \nu_e = +1 \,, \; \varphi = -5 \,, \; \chi = -3 \,, \; \psi = +1$$

ist.

Die constanten Coëfficienten sind

$$\Phi = \frac{1 + \infty \cdot \frac{5}{2} + 1 \cdot \frac{1}{2}}{-5} = -\tfrac{1}{2}\infty$$

$$\mathrm{X} = \frac{1 - \infty \cdot \frac{1}{2} - 1 \cdot \frac{1}{2}}{-3} = +\tfrac{1}{6}\infty$$

$$\Psi = \frac{1 - \infty \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{2}}{+1} = -\tfrac{1}{2}\infty$$

und ihr Verhältniss kürzer

$$\Phi : \mathrm{X} : \Psi = +3 : -1 : +3 \,.$$

Darnach lautet das allgemeine Transformations-Symbol einer allgemeinen Fläche $F = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu}$ in dem vorliegenden concreten Falle

$$\frac{a_{nn}}{h}:\frac{b_{nn}}{k}:\frac{c_{nn}}{l} = \frac{a_{nn}3}{1+\frac{5}{2}\mu+\frac{1}{2}\nu}:\frac{b_{nn}(-1)}{1-\frac{1}{2}\mu-\frac{1}{2}\nu}:\frac{c_{nn}3}{1-\frac{1}{2}\mu+\frac{1}{2}\nu}$$

$$= \frac{a_{nn}}{+2+5\mu+\nu}:\frac{b_{nn}}{-6+3\mu+3\nu}:\frac{c_{nn}}{+2-\mu+\nu};$$

und geht z. B. Fläche

$$0 = 2a':\tfrac{3}{5}b:c = \frac{a}{-\frac{1}{2}}:\frac{b}{+\frac{3}{2}}:c$$

über in

$$\frac{a_{nn}}{2-\frac{5}{2}+\frac{3}{2}}:\frac{b_{nn}}{-6-\frac{3}{2}+\frac{9}{2}}:\frac{c_{nn}}{+2+\frac{1}{2}+\frac{3}{2}} = \frac{a_{nn}}{+\frac{1}{4}}:\frac{b_{nn}}{-\frac{3}{4}}:c\,.$$

Die Hexaïdflächen des Axensystems OA, OB, OC erhalten, bezogen auf die Axen $OA_{nn}, OB_{nn}, OC_{nn}$ folgende Symbole:

$$F_a = \infty a:b:\infty c = a:\frac{b}{\infty}:c = \text{Axenebne } AOC \text{ giebt}$$

$$\frac{a_{nn}}{h_a}:\frac{b_{nn}}{k_a}:\frac{c_{nn}}{l_a} = \frac{a_{nn}\Phi}{1-\frac{1}{m_u}-\frac{\infty}{n_u}}:\frac{b_{nn}\mathrm{X}}{1-\frac{1}{m_v}-\frac{\infty}{n_v}}:\frac{c_{nn}\Psi}{1-\frac{1}{m_w}-\frac{\infty}{n_w}}$$

$$= n_u a_{nn}\Phi : n_v b_{nn}\mathrm{X} : n_w c_{nn}\Psi$$

und analog

$$F_b = a:\infty b:\infty c = \frac{a}{\infty}:b:c = \text{Axenebne } BOC \text{ giebt}$$

$$\frac{a_{nn}}{h_b}:\frac{b_{nn}}{k_b}:\frac{c_{nn}}{l_b} = m_u a_{nn}\Phi : m_v b_{nn}\mathrm{X} : m_w c_{nn}\Psi$$

$$F_c = \infty a:\infty b:c = \frac{a}{0}:\frac{b}{0}:c = \text{Axenebne } AOB \text{ giebt}$$

$$\frac{a_{nn}}{h_c}:\frac{b_{nn}}{k_c}:\frac{c_{nn}}{l_c} = a_{nn}\Phi : b_{nn}\mathrm{X} : c_{nn}\Psi\,.$$

Diese Symbole besagen anderseits, welche nach einem ersten Axensysteme $OA_{nn}, OB_{nn}, OC_{nn}$ bezeichneten Flächen zu Hexaïdflächen eines zweiten Systemes OA, OB, OC bestimmt werden müssen, wenn die Hexaïdflächen des ersten Systemes in dem zwei-

ten die Symbole $F_1 = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1} : c$, $F_2 = \frac{a}{\mu_2} : \frac{b}{\nu_2} : c$, $F_3 = \frac{a}{\mu_3} : \frac{b}{\nu_3} : c$ und die Fläche $F_4 = \frac{a_{nn}}{\varphi} : \frac{b_{nn}}{\chi} : \frac{c_{nn}}{\psi}$ in dem zweiten System das Symbol $= \frac{a}{\mu_4} : \frac{b}{\nu_4} : c$ annehmen sollen.

Nachdem man die Flächen F_a , F_b , F_c in Symbolen nach OA_{nn}, OB_{nn} , OC_{nn} ermittelt, kann man unter Aufstellung eines anderen Transformations-Symboles alle nach OA_{nn} , OB_{nn} , OC_{nn} anderweitig symbolisirten Flächen in Symbolen nach OA , OB , OC angeben.

Unter zweimaliger Anwendung dieser Sätze kann man ein Transformations-Symbol für den allgemeinsten Fall ableiten, welcher darin besteht, dass man die Veränderungsbedingung durch die Angabe von vier neuen Symbolen für vier irgendwelche nach den bekannten Axen symbolisirten Flächen ausdrückt.

Es dürfen jedoch diese vier Flächen nicht zu dreien in einer Zone belegen sein; auch muss bei der Wahl der neuen Symbole mindestens das eine ein Octaïd-Symbol sein und das vierte die von den drei willkürlich gewählten Symbolen bedingten Limiten des concreten Falles innehalten (vergl. Monatsberichte 1879. p. 351).

Dass eben nur vier, nicht zu dreien in einer Zone liegenden Flächen hierzu geeignet sind, ergiebt sich aus folgender Betrachtung. Das allgemeine Transformations-Symbol, wie es sich bis jetzt herausgestellt hat und auch in dem hier weiter verallgemeinerten Falle keine Veränderung erleiden wird, enthält acht zu bestimmende Werthe, nämlich die zwei Quotienten der Proportion $\Phi : X : \Psi$ und die sechs Werthe m_u , n_u , m_v , n_v , m_w , n_w. Jedes Symbol von nicht zu dreien in einer Zone liegenden Flächen repräsentirt zwei Momente, nämlich die zwei Quotienten seiner drei Axenschnitte; es genügen also vier nicht zu dreien in einer Zone liegende Flächen, um durch Annahme von neuen, innerhalb der zulässigen Grenzen liegenden Symbolen ein neues Axensystem zu präcisiren. Drei in einer Zone liegende Flächen repräsentiren dagegen nur fünf bestimmende Momente, weil der sechste Axenschnitt von den übrigen ableitbar ist. Von fünf Flächen in zwei Zonen ist die in beiden belegene Fläche ganz abhängig von den übrigen zu symbolisiren, so dass die Orientirung eben nur in vier Flächen beruht.

Die Aufgabe, aus vier anderweitigen, obigen Voraussetzungen

entsprechenden neuen Flächenbezeichnungen ein allgemeines Transformations-Symbol abzuleiten, wird dadurch gelöst, dass man diejenigen Flächen in Form von Symbolen nach den gegebenen Axen OA, OB, OC ermittelt, welche zu neuen Axenebnen, A_nOC_n, B_nOC_n, A_nOB_n gewählt, bewirken, dass die bisher $F_1 = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1} : c$, $F_2 = \frac{a}{\mu_2} : \frac{b}{\nu_2} : c$, $F_3 = \frac{a}{\mu_3} : \frac{b}{\nu_3} : c$, $F_4 = \frac{a}{\mu_4} : \frac{b}{\nu_4} : c$ symbolisirten Flächen die Symbole $F_1 = \frac{a_n}{h_1} : \frac{b_n}{k_1} : c_n$, $F_2 = \frac{a_n}{h_2} : \frac{b_n}{k_2} : c_n$ und analog F_3, F_4 annehmen.

Zu diesem Behuf wird ein Hülfs-Axensystem OA_m, OB_m, OC_m eingeführt, in welchem F_1, F_2, F_3 Hexaïdflächen sind und zwar

$$F_1 = \infty a_m : b_m : \infty c_m$$

$$F_2 = a_m : \infty b_m : \infty c_m$$

$$F_3 = \infty a_m : \infty b_m : c_m$$

während die Fläche F_4 das Symbol $= a_m : b_m : c_m$ (oder irgend ein beliebiges Octaïdsymbol) annimmt.

In dem Axensystem OA_m, OB_m, OC_m kann man die Flächen $G_1 = \frac{a_m}{\varepsilon_1} : \frac{b_m}{\eta_1} : c_m$ und analog G_2, G_3 angeben, welche zu Hexaïdflächen gewählt werden müssen, damit die Hexaïdflächen F_1, F_2, F_3 die Symbole $F_1 = \frac{a_n}{h_1} : \frac{b_n}{k_1} : c_n$, $F_2 = \frac{a_n}{h_2} : \frac{b_n}{k_2} : c_n$, $F_3 = \frac{a_n}{h_3} : \frac{b_n}{k_3} : c_n$ erhalten, während $F_4 = a_m : b_m : c_m$ in das Symbol $\frac{a_n}{h_4} : \frac{b_n}{k_4} : c_n$ übergeht.

Es kommt nun darauf an, die von den Symbolen $G_1 = \frac{a_m}{\varepsilon_1} : \frac{b_m}{\eta_1} : c$, $G_2 = \frac{a_m}{\varepsilon_2} : \frac{b_m}{\eta_2} : c$, $G_3 = \frac{a_m}{\varepsilon_3} : \frac{b_m}{\eta_3} : c$ bezeichneten Flächen, bezogen auf die ursprünglichen Axen OA, OB, OC auszudrücken.

Zu diesem Zweck muss man in dem Axensystem OA_m, OB_m, OC_m diejenigen drei Flächen $H_1 = \frac{a_m}{\varepsilon_4} : \frac{b_m}{\eta_4} : c_m$, $H_2 = \frac{a_m}{\varepsilon_5} : \frac{b_m}{\eta_5} : c_m$, $H_3 = \frac{a_m}{\varepsilon_6} : \frac{b_m}{\eta_6} : c_m$ aufsuchen, welche, zu Axenebnen gewählt, bewirken, dass die Hexaïdflächen der Axen OA_m, OB_m, OC_m, also die

Flächen F_1, F_2, F_3 die Symbole $F_1 = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1} : c$, $F_2 = \frac{a}{\mu_2} : \frac{b}{\nu_2} : c$, $F_3 = \frac{a}{\mu_3} : \frac{b}{\nu_3} : c$ annehmen, wenn $F_4 = a_m : b_m : c_m$ in $= \frac{a}{\mu_4} : \frac{b}{\nu_4} : c$ übergeht.

Nachdem man diese Flächen gefunden, kann man ein allgemeines Transformations-Symbol aufstellen, welches die Symbole angiebt, die erhalten werden, wenn man die nach OA_m, OB_m, OC_m bezeichneten Flächen H_1, H_2, H_3 zu Axenebnen wählt mit der Maassgabe, dass $F_4 = a_m : b_m : c_m$ in das Symbol $= \frac{a}{\mu_4} : \frac{b}{\nu_4} : c$ übergeht.

Mittelst dieses Transformations-Symboles kann man dann auch die Flächen G_1, G_2, G_3 nach den Axen OA, OB, OC ausdrücken.

Da nun die Flächen G_1, G_2, G_3 die Eigenschaft haben, zu Axenebnen gewählt und mit der Maassgabe, dass $F_4 = \frac{a_n}{h_4} : \frac{b_n}{k_4} : c_n$ werde, die Flächen F_1 in $= \frac{a_n}{h_1} : \frac{b_n}{k_1} : c_n$, F_2 in $= \frac{a_n}{h_2} : \frac{b_n}{k_2} : c_n$, F_3 in $= \frac{a_n}{h_3} : \frac{b_n}{k_3} : c_n$ überzuführen, so hat man nur nöthig ein zweites Transformations-Symbol unter Zugrundelegung dieser Verhältnisse aufzustellen, um die gestellte Aufgabe zu lösen.

Da dieses zweite Transformations-Symbol gleichfalls seinen Ausgang nimmt von drei nach OA , OB , OC symbolisirten Flächen, die als Axenebnen für ein neues System dienen sollen, während eine vierte Fläche in diesem neuen System ein Octaïd-Symbol annimmt, so wird besagtes zweites Transformations-Symbol, wie oben, eine Form:

$$\frac{a_n}{h} : \frac{b_n}{k} : c_n = \frac{a_n \cdot \Phi}{1 - \frac{\mu}{m_u} - \frac{\nu}{n_u}} : \frac{b_n \cdot X}{1 - \frac{\mu}{m_v} - \frac{\nu}{n_v}} : \frac{c_n \cdot \Psi}{1 - \frac{\mu}{n_w} - \frac{\nu}{n_w}}$$

besitzen, was man auch

$$= \frac{a_n}{D_1\mu + E_1\nu + F_1} : \frac{b_n}{O_1\mu + P_1\nu + Q_1} : \frac{c_n}{X_1\mu + Y_1\nu + Z_1}$$

und mit Rücksicht auf die Proportionalität des Ausdruckes

$$= \frac{a_n}{D\mu + E\nu + F} : \frac{b_n}{O\mu + P\nu + Q} : \frac{c_n}{X\mu + Y\nu + 1}$$

schreiben kann, so dass dasselbe acht Coëfficienten D, E, F, O, P, Q, X, Y enthält, welche aus den Transformations-Bedingungen hergeleitet werden müssen.

Man kann dieselben nun auch nach der Methode der unbestimmten Coëfficienten direct aus den acht Gleichungen finden, welche in den vier neuen Symbolen enthalten sind, die als Veränderungs-Bedingung vier nach den gegebenen Axen bekannten Flächen beigelegt werden.

Wenn $F_1 = \frac{a}{\mu_1} : \frac{b}{\nu_1} : c$ übergehen soll in $= \frac{a_n}{h_1} : \frac{b_n}{k_1} : c_n$, so muss

$$\frac{a_n}{h_1} : \frac{b_n}{k_1} : c_n = \frac{a_n}{D\mu_1 + E\nu_1 + F} : \frac{b_n}{O\mu_1 + P\nu_1 + Q} : \frac{c_n}{X\mu_1 + Y\nu_1 + 1}$$

werden, und

$$\frac{a_n(X\mu_1 + Y\nu_1 + 1)}{c_n(D\mu_1 + E\nu_1 + F)} = \frac{a_n}{h_1 c_n} ,$$

$$\frac{b_n(X\mu_1 + Y\nu_1 + 1)}{c_n(O\mu_1 + P\nu_1 + Q)} = \frac{b_n}{k_1 c_n}$$

oder

(1) $\quad D\mu_1 + E\nu_1 + F = h_1(X\mu_1 + Y\nu_1 + 1) ,$

(2) $\quad O\mu_1 + P\nu_1 + Q = k_1(X\mu_1 + Y\nu_1 + 1)$

sein, und analog

(3) $\quad D\mu_2 + E\nu_2 + F = h_2(X\mu_2 + Y\nu_2 + 1) ,$

(4) $\quad O\mu_2 + P\nu_2 + Q = k_2(X\mu_2 + Y\nu_2 + 1) ,$

(5) $\quad D\mu_3 + E\nu_3 + F = h_3(X\mu_3 + Y\nu_3 + 1) ,$

(6) $\quad O\mu_3 + P\nu_3 + Q = k_3(X\mu_3 + Y\nu_3 + 1) ,$

(7) $\quad D\mu_4 + E\nu_4 + F = h_4(X\mu_4 + Y\nu_4 + 1) ,$

(8) $\quad O\mu_4 + P\nu_4 + Q = k_4(X\mu_4 + Y\nu_4 + 1) .$

In der That gelingt auch die Auflösung dieser Gleichungen nach D, E, F, O, P, Q, X, Y ohne Schwierigkeit und zwar, wenn dieselben auf einen concreten Fall angewendet werden, mit einem geringeren Zahlenaufwand, als ihn der systematische, vorhin verfolgte Weg erfordert.

In den besonderen Fällen, wo ein Theil der concurrirenden Symbole die Form von Hexaïd- und Dodecaïd-Symbolen hat, sind einzelne der Coëfficienten direct aus den Gleichungen abzulesen.

Geht man, um bei dem oben gewählten Beispiele zu bleiben, von der Transformation

$$\begin{array}{lll}
\text{(Naumann)} & & \text{(vom Rath)} \\
b = \frac{a}{0} : \frac{b}{-2} : c & \text{in} = \infty a_n : b_n : \infty c_n & = \frac{a_n}{+1} : \frac{b_n}{\infty} : c_n \\
s = \frac{a}{+2} : \frac{b}{0} : c & \text{in} = a_n : \infty b_n : \infty c_n & = \frac{a_n}{\infty} : \frac{b_n}{+1} : c_n \\
c = \frac{a}{-1} : \frac{b}{+3} : c & \text{in} = \infty a_n : \infty b_n : c_n & = \frac{a_n}{0} : \frac{b_n}{0} : c_n \\
l = \frac{a}{\infty} : \frac{b}{+1} : c & \text{in} = \frac{a_n}{-5} : \frac{b_n}{-3} : c_n &
\end{array}$$

aus, so hat man

$$\begin{array}{llll}
\mu_1 = 0 \,, & \nu_1 = -2 & \text{und} \quad h_1 = +1 \,, & k_1 = \infty \\
\mu_2 = +2 \,, & \nu_2 = 0 & h_2 = \infty \,, & k_2 = +1 \\
\mu_3 = -1 \,, & \nu_3 = +3 & h_3 = 0 \,, & k_3 = 0 \\
\mu_4 = \infty \,, & \nu_4 = +1 & h_4 = -5 \,, & k_4 = -3
\end{array}$$

und lauten die Gleichungen:

$$\begin{array}{ll}
(1) & 0D - 2E + F = 0X - 2Y + 1 \,, \\
(2) & 0O - 2P + Q = \infty(0X - 2Y + 1) \,, \\
(3) & +2D + 0E + F = \infty(+2X + 0Y + 1) \,, \\
(4) & +2O - 0P + Q = +2X - 0Y + 1 \,, \\
(5) & -D + 3E + F = 0(-X + 3Y + 1) \,, \\
(6) & -O + 3P + Q = 0(-X + 3Y + 1) \,,
\end{array}$$

$$(7) \qquad \infty D + E + F = -5(\infty X + Y + 1) ,$$

$$(8) \qquad \infty O + P + Q = -3(\infty X + Y + 1) .$$

Es folgt unmittelbar

$$\text{aus } (2): \; 0 = -2Y + 1 , \; Y = +\tfrac{1}{2} ,$$

$$\text{aus } (3): \; 0 = +2X + 1 , \; X = -\tfrac{1}{2} ,$$

$$\text{aus } (7): \; D = -5X , \; D = +\tfrac{5}{2} ,$$

$$\text{aus } (8): \; O = -3X , \; O = +\tfrac{3}{2} ,$$

dann aus (1)(5): $-2E + F = -2Y + 1 = -1 + 1 = 0$

$$+3E + F = +D = +\tfrac{5}{2}$$

und somit $+5E = +\tfrac{5}{2} , \; E = +\tfrac{1}{2}$

und $-1 + F = 0 , \; F = +1 ,$

ferner giebt (4): $2O + Q = 2X + 1$

oder $3 + Q = -1 + 1 = 0 , \; Q = -3$

und (6): $3P + Q = O$

oder $3P - 3 = +\tfrac{3}{2} , \; P = +\tfrac{3}{2} ;$

darnach lautet das Transformations-Symbol

$$\frac{a_n}{+\frac{5}{2}\mu + \frac{1}{2}\nu + 1} : \frac{b_n}{+\frac{3}{2}\mu + \frac{3}{2}\nu - 3} : \frac{c_n}{-\frac{1}{2}\mu + \frac{1}{2}\nu + 1}$$

oder

$$\frac{a_n}{+2 + 5\mu + \nu} : \frac{b_n}{-6 + 3\mu + 3\nu} : \frac{c_n}{2 - \mu + \nu} .$$

Wenn bei einer Gattung des monoklinischen Krystallisations-Systemes ein Wechsel der Axenebnen ohne den Character der Symmetrie zu ändern eintreten soll, so muss die Symmetrie-Ebne als Axenebne beibehalten, die Wahl der neuen Axenebnen B_nOC_n und A_nOC_n aus der Zahl der der Axe OB parallelen Flächen erfolgen, d. h. derjenigen Flächen, welche, bezogen auf die alten

Axen, Symbole von der Form $= \frac{a}{\mu} : \infty b : c$ besitzen.

Aus diesem Grunde wird man gemeinlich die Veränderungs-Bedingungen durch die directe Bezeichnung der zu den neuen Axen ebnen $B_n OC_n$ und $A_n OC_n$ bestimmten Flächen ausdrücken; es werden dann dieselben

$$F_1 = \infty a : b : \infty c \text{ wird } = \infty a_n : b : \infty c_n$$

$$F_2 = \frac{a}{\mu_2} : \infty b : c \qquad a_n : \infty b_n : \infty c_n$$

$$F_3 = \frac{a}{\mu_3} : \infty b : c \qquad \infty a_n : \infty b_n : c_n$$

$$F_4 = \frac{a}{\mu_e} : \frac{b}{\nu_e} : c \qquad \frac{a_n}{\varphi} : \frac{b_n}{\chi} : \frac{c_n}{\chi}$$

lauten.

Aus

$$\mu_1 = +1 \ , \ \nu_1 = \infty$$

$$\mu_2 = +\mu_2 \ , \ \nu_2 = 0$$

$$\mu_3 = +\mu_3 \ , \ \nu_3 = 0$$

folgt

$$m_u = +\mu_3 \ , \ n_u = +\frac{\mu_3 \infty}{\mu_3 - 1}$$

$$m_v = \infty(\mu_2 - \mu_3) \ , \ n_v = 0$$

$$m_w = +\mu_2 \ , \ n_w = +\frac{\mu_2 \infty}{\mu_2 - 1} \ ;$$

das Argument

$$\frac{1}{1 - \frac{\mu}{m_u} - \frac{\nu}{n_u}} \text{ geht dann über in } \frac{\mu_3}{\mu_3 - \mu}$$

$$\frac{1}{1 - \frac{\mu}{m_v} - \frac{\nu}{n_v}} \qquad \text{dsgl.} \qquad \text{in } \frac{1}{-\infty \nu}$$

$$\frac{1}{1 - \frac{\mu}{m_w} - \frac{\nu}{n_w}} \qquad \text{dsgl.} \qquad \text{in } \frac{\mu_2}{\mu_2 - \mu}$$

und lautet das Transformations-Symbol einer Fläche $F = \frac{a}{\mu} : \frac{b}{\nu} : c$ alsdann

$$\frac{a_n}{h} : \frac{b_n}{k} : \frac{c_n}{l} = \frac{\mu_2}{\mu_2 - \mu} \frac{\mu_2 - \mu_e}{\mu_2} \frac{a_n}{\varphi} : \frac{-\infty \nu_e}{-\infty \nu} \frac{b_n}{\chi} : \frac{\mu_2}{\mu_2 - \mu} \frac{\mu_2 - \mu_e}{\mu_2} \frac{c_n}{\psi}$$

$$= \frac{1}{\mu_2 - \mu} \frac{\mu_2 - \mu_e}{\varphi} a_n : \frac{1}{\nu} \frac{\nu_e}{\chi} b_n : \frac{1}{\mu_2 - \mu} \frac{\mu_2 - \mu_e}{\psi} c_n ,$$

wo $\frac{\mu_2 - \mu_e}{\varphi}, \frac{\nu_e}{\chi}, \frac{\mu_2 - \mu_e}{\psi}$ die constanten Coëfficienten sind.

Wird lediglich die Basis verändert, so wird zu F_2 die bisherige Querfläche $= a : \infty b : \infty c = \frac{a}{\infty} : b : c$ gewählt, so dass $\mu_2 = \infty$ zu setzen ist; dann lautet das Transformations-Symbol:

$$\frac{a_n}{h} : \frac{b_n}{k} : c_n = \frac{1}{\mu_2 - \mu} \frac{\mu_2 - \mu_e}{\varphi} a_n : \frac{1}{\nu} \frac{\nu_e}{\chi} b_n : \frac{1}{\psi} c_n .$$

Hr. Dillmann legte folgende Abhandlung des Hrn. Sachau vor:

Eine dreisprachige Inschrift aus Zébed.

Im Südosten von Aleppo liegt eine grosse, fruchtbare und dorfreiche Ebene, die man auf dem Wege von Aleppo nach Meskene durchschneidet und nach ihrer hervorragendsten landschaftlichen Merkwürdigkeit, dem Salzsee von Djebbûl, als die Ebene von Djebbûl bezeichnen kann. Ihre Südgrenze bildet ein aus Dolerit-Basalt bestehendes Mittelgebirge, genannt Djebel Elḥaṣ جبل الحص[1]), dessen Ostende ungefähr unter demselben Längengrade liegt wie das Ostende des Salzsees, das sich also keineswegs, wie es auf den meisten Karten dargestellt ist, ostwärts bis an die

---

[1]) Die Arabischen Geographen schreiben Djebel El'aḥaṣ جبل الأحص s. Jâḳût I S. 149.

Euphrat-Uferberge bei Meskene fortsetzt. Dies Gebirge ist die äusserste Grenze der Cultur und der türkischen Machtsphäre; südlich davon beginnt die Wüste und das Reich der Beduinen. Es hat aber Zeiten gegeben, wo die wenig bekannten Landschaften südlich vom Djebel Elḥaṣ nicht allein sorgfältig angebaut waren, sondern sogar blühende Dörfer und Städte, unter diesen eine Chalifen-Residenz, aufzuweisen hatten, vergangene Herrlichkeit, von der jetzt nur noch dürftige Ruinen Kunde geben.

Die Hauptorte dieses zu Chalcis-Ḳinnesrîn gehörigen Districts waren die Städte Khunâṣara خناصرة und Zébed زبد. Der erstere Ort ist von einigen Europäischen Reisenden besucht worden, z. B. von Dr. Helfer im Jahr 1836, von Burton 1871, von mir 1879 den 15. und 16. November.[1]) Der andere Ort, Zébed, auf den ich durch Hrn. Dr. Th. Bischoff in Aleppo, der ihn auf einer Rückreise von Palmyra nach Aleppo kennen gelernt hatte, aufmerksam gemacht wurde, ist gänzlich unbekannt und auf keiner Karte verzeichnet, auch nicht auf der unter Djewdet Pascha's Namen publicirten Karte des Paschaliks von Aleppo, welche reicher ist als alle anderen an Detailangaben über die Syrisch-Arabische Wüste. Der Amerikanische Missionar Thomson hatte 1846 in Djebbûl Erkundigungen über Zébed eingezogen, wurde aber durch die allgemeine Unsicherheit von der Reise dahin abgehalten, s. Ritter, Band VIII 2. Abth. S. 1702. Auch die Arabischen Geographen haben Zébed nicht gekannt; ihre Angaben (bei Jâḳût II S. 914, Albekrî S. 612) beschränken sich darauf, dass Zébed in einem Verse eines Altarabischen Dichters, des Ṣakhr Elghaj vom Stamme

---

[1]) Vgl. Ritter, Band VIII, 2. Abth. S. 1693. 1699. Das Belad Chan Azra ist verhört für Khunâṣara. Burton and Drake, Unexplored Syria S. 180. Ferner die Arabischen Geographen Jâḳût I, 149; II, 657. 473; Alistakhrî S. 62, Ibn Ḥaukal S. 119, Elmaḳdisî S. 54. 154, Elbekrî S. 319; auch Belâdhorî S. 149, Ibn El'athîr V, 33. 42, Ibn Khallikân nr. 826 S. 119 l. Z. und nr. 827 S. 126 l. Z. Waddington in den *Inscriptions Grecques et Latines de la Syrie* nr. 1832 identificirt Conossera (so Pococke) d. i. Khunâṣara mit Ḳinnesrîn, das mehrere Meilen weiter westwärts liegt. Die betreffende Inschrift stand ursprünglich über dem Thor der Citadelle, unter deren Trümmern ich sie wiedergefunden habe. Ich meine neben Khunâṣara auch die Aussprache mit doppeltem Nun, Khunnâṣara, gehört zu haben.

Hudhail, vorkommt.[1]) Ihre Notizen über die Lage des Ortes sind unbrauchbar.

Südlich vom Ostende des Djebel Elḥaṣ, etwa eine Stunde davon entfernt, erhebt sich mitten in der Wüste ein anderer Bergrücken, genannt Djebel Shbêṭ جبل شبّيط, der gleichfalls aus Dolerit-Basalt besteht. Seine Längenausdehnung von Nord nach Süd schätze ich auf 5 Stunden, die Breite auf 1½—2 Stunden und die Höhe auf 1000—1500 Fuss über dem angrenzenden Wüstenplateau, das seinerseits gegen 1000 Fuss über dem Mittelmeer liegt. Den Arabischen Dichtern (z. B. Nâbigha Eldja'dî) und Geographen[2]) ist dies Gebirge bekannt, s. Jâḳût III S. 257, I S. 151. Die Nordabhänge desselben, an deren Fuss ich von Khunâṣara kommend entlang ritt, zeigen überall terrassenartig ansteigende Schichtungen, woraus man erkennt, dass sie in früheren Zeiten, vor der gänzlichen Verödung der Landschaft, mit Weinfeldern (Arabisch *krûm*) bedeckt waren. Die zahlreichen Brunnen, welche frühere Generationen gegraben hatten, sind fast alle verschüttet. Östlich vom Djebel Shbêṭ erstreckt sich eine unabsehbare Ebene bis zum Euphrat, die vollkommen unfruchtbar ist, westlich von demselben die scharf abgegrenzte Ebene, in der Khunâṣara liegt, mit ihrem rothbraunen, fruchtbaren Humus.

---

[1]) The poems of the Huzailis edited by Kosegarten, vol. I, S. 13 Vers 4 und S. 14. Von den Deutungen des Commentars ist die vorletzte ويقال انّ زبد قرية بقنّسرين لبنى اسد die richtige, d. h. eine Ortschaft im Gebiet von Kinnesrîn oder Chalcis, in der Χαλκιδική. In der Megillath-Ta'anîth zum 17. Adar werden ein Chalcis und Beth Zabhdê (Zebed?) neben einander genannt, werden aber von J. Dérenbourg (Essai sur l'histoire et la géographie de Palestine S. 99 Note 1) auf Chalcis ad Belum und Zebedânî im Antilibanon bezogen.

[2]) Sie schreiben den Namen *Shubaith* شبيث, während ich an Ort und Stelle aus dem Munde der Beduinen die Aussprache mit emphatischem T, Shbêṭ شبيط gehört habe. Ebenso hörte ich Elghunṭur الغنطر (Dorf in der Palmyrene) sprechen, während Elbekrî den Namen Elghunthur الغنثر schreibt. Ich bin geneigt den Namen Σουβαίθιος C. J. G. nr. 4655 für eine Nisbe von Schubaith zu halten; anders Wetzstein, Ausgewählte Griechische und Lateinische Inschriften S. 365.

An seiner Nordost-Ecke bildet der Djebel Shbêṭ eine rechtwinklige Einbuchtung, in der die Stadt Zebed lag, gegen West und Süd durch die Berge geschützt (wie Palmyra), dagegen in Ost und Nordost den Stürmen der Wüste schutzlos ausgesetzt. Ich kam am 17. Nov. 1879 nach Zebed, das man von Aleppo über Hyġlâ[1]) (حصل) in zwei Tagen, über Sfîre und Khunâṣara in drei Tagen erreichen kann.

Von dem einstmaligen Zébed[2]), einer grösseren Stadt mit einer Burg, mit wenigstens zwei grossen Basiliken und einem Kranze von Grabthürmen auf den nächsten Anhöhen ausserhalb der Mauer, ragen nur noch wenige spärliche Mauerreste als stumme Zeugen einer besseren Vergangenheit über dem Boden der Wüste hervor. Ihren ziemlich bedeutenden Umfang erkennt man an den auf den meisten Ruinenstätten vorkommenden Hebungen und Senkungen des Bodens, ursprünglich Schutthaufen, um welche die Wüstenstürme Sandmassen aufgeschichtet haben. Abgesehen von vielem, wüst umher liegendem Baumaterial, behauenen Quadern aus Djebel Shbêṭ, sind noch die Trümmer von einigen Gebäuden vorhanden, unter diesen die Ruinen einer Basilika im Westen des Stadtgebiets. Die Mauern stehen zum grössten Theil noch aufrecht, sodass der Plan des Gebäudes, wenn auch im Einzelnen die Untersuchung durch den Wirrwarr von Felsblöcken behindert wird, mit Sicherheit zu erkennen ist: Ein grosses Mittelschiff, zwei

---

[1]) Ich bezeichne das ق nach der Aussprache der Beduinen mit ġ.

[2]) Zébed ist möglicher Weise identisch mit der κώμη Καπροζαβαδαίων ὀρῶν Ἀπαμέων d. i. *Kefar Zebed* oder صبّا كفر, welche in der Grabschrift eines in Trier gestorbenen Syrers genannt wird; s. Corpus Inscriptionum Graecarum nr. 9893 und Waddington, Inscriptions Grecques et Latines de la Syrie nr. 2644. Allerdings wäre in diesem Fall die Bezeichnung weder in geographischer noch in administrativer Hinsicht ganz zutreffend, denn die Berge von Apameia (d. h. das Gebirgsland zwischen dem Orontes, Apameia, Marra und Rîḥa) und das Gebirge östlich von Chalcis (Djebel Elḥaṣ und Shbêṭ), jenes von Kalkstein, dieses von Basalt, hängen keineswegs mit einander zusammen, und administrativ dürfte Zebed nicht zur Apamene, sondern zur Chalcidice gehört haben. Da aber in dem Gebirge von Apameia eine Ortschaft Zebed einstweilen nicht nachzuweisen ist, so ist allerdings unser Zebed am Djebel Shbêṭ der nächste Punkt, an den man denken könnte.

Seitenschiffe, die Apsis im Osten, das Hauptportal im Westen, und zwei Seiteneingänge auf der Nord- und Süd-Seite in der Nähe der Apsis. Die Mauern bestehen aus viereckig behauenen Basaltquadern, die ohne Mörtel zusammengefügt sind. Von dem Hauptportal stehen noch die beiden Seitenpfosten, und nach einigem Suchen fand ich in dem Haufen von Felsen, der vor dem Portal liegt, einen länglichen Basaltblock, der ursprünglich den Thürsturz über dem Portal bildete. Er ist (durch Erdbeben oder Menschenhand) herabgestürzt und dabei in drei Theile zerborsten: ein grösseres Mittelstück und die beiden Ecken. Zuerst fand ich das Mittelstück, dann die linke Ecke dicht daneben, und bei näherer Besichtigung ergab sich schliesslich, dass die rechte Ecke (d. h. die Ecke zur Rechten des in die Kirche hineingehenden) nicht mit herabgefallen ist, sondern noch oben an ihrer ursprünglichen Stelle d. h. auf dem rechten Pfosten liegt.

Diese drei Steine tragen die Inschrift, die hier zum ersten Mal publicirt wird. Die Oberfläche des Felsens ist nicht sehr sorgfältig geglättet, auch ist sie zum Theil verwittert und an mehreren Stellen, besonders an den Seiten, etwas beschädigt. Die Mitte des Steines nimmt ein Kreis ein, innerhalb dessen ein Kreuz mit gleich langen Schenkeln ausgemeisselt ist; in den beiden unteren Feldern stehen die Griechischen Buchstaben A und ω, und in dem oberen Feld zur Linken findet sich, angelehnt an den Schaft des Kreuzes, ein Zeichen, das aus einem Lateinischen R entstanden ist und zusammen mit dem durch das Kreuz repräsentirten X den Anfang des Namens XPICTOC darstellt; vgl. M. de Vogüé, Syrie Centrale, Architecture civile et religieuse pl. 46 nr. 3. Das Kreuz mit dem Griechischen P an der rechten Seite des oberen Schenkels findet sich zu Anfang der mit CATOPNINOC beginnenden Zeile. Die Oberfläche des Steins ist durch Linien in einzelne Felder getheilt, in denen die Inschrift steht. Die Buchstaben sind eingegraben, die Ornamente sind Relief. Die Inschriften sind so vertheilt, dass rechts von dem Kreise die Griechische, links die Syrische Inschrift steht; in einer Mittellinie unter beiden findet sich ausserdem noch eine Zeile Griechisch, und unterhalb derselben die eine Zeile Arabisch, an deren Ende noch einige Syrische Zeichen vorhanden sind. Die Inschrift ist fast vollständig und ziemlich gut erhalten; nur vor der Mitte der linken Schluss-

linie ist der Stein etwas beschädigt, wodurch einige Zeichen undeutlich geworden sind.

Das Mittelstück ist 202 Cmt. lang und 66 Cmt. hoch; die rechte Ecke ist 47 und die linke Ecke 55 Cmt. lang. Der ganze Thürsturz war also 304 Cmt. lang und 66 Cmt. hoch.

Das diesem Aufsatz beigefügte Fasimile ist eine nach meinem Abklatsch gemachte Phototypie; zur Vergleichung konnte ich ausserdem meine an Ort und Stelle geschriebene Copie benutzen. Das Kreuz in der Mitte ist nicht nach einem Papierabdruck, sondern nach meiner Zeichnung hergestellt. Solche Linien, die auf dem Stein entweder undeutlich oder nicht mehr vorhanden sind, aber mit Sicherheit ergänzt werden können, sind an der helleren Farbe von den übrigen zu unterscheiden.

I.

Griechische Inschrift.

+ЄΤΟΥϹ ΓΚΩ Μ̈ ΓΟΠΙΟΥ ΑΚ ЄΘЄΜЄΛΙΟΘΙ ΤΩ
ΜΑΡΤΥΡΙΟΝ ΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ϹЄΡΓΙΟΥ ЄΠΙ ΤΟΥ ΠЄΡ
ΙΩΑΝΝΟΥ ΚΑΙ ΑΝΝЄΟϹ ΒΟΥΚЄΟΥ ϛ ϹЄΡΓΙϹ ΤΡΥΦ

ЄΚΤΙϹΥΝ
ϹΥΜЄΩΝ
ΑΜΡΑΑ
ΗΛΙΑ
ΛЄΟΜΤΙϹ
ΑΡΧΠΡΟϹ

Mittelzeile:

✠ ϹΑΤΟΡΝΙΝΟϹ ΑΖΙΖΟϹ ΑΖΙΖΟϹ ΘЄΡΓΙΟΥ ϛ ΑΖΙΖΟϹ ΜΑΡΑ ΒΑΡΚΑΔΙ

Nach dieser Inschrift[1]) wurde die Kirche des heiligen Märtyrers Sergius in Zebed gegründet am 24. Gorpiaeus oder Ilul A. Sel. 823, d. h. am 24. Sept. 512 n. Chr. Geb., zur Zeit, als ein Johannes Periodeutes d. h. bischöflicher Kirchenvisitator war. Über den unter Kaiser Galerius getödteten Sergius und seinen Kult in der Orientalischen Kirche verweise ich auf die Anmerkungen von Waddington, Inscriptions Grecques et Latines de la Syrie, zu der Inschrift nr. 1915, laut welcher in demselben Monat und demselben Jahr den Heiligen Sergius, Bacchus und Leontius in Bostra eine Kirche geweiht wurde. Die von Iustinian Sergiopolis getaufte Ortschaft, mit einheimischem Namen Rṣâfâ genannt, liegt nur zwei Tagereisen gegen Süd-Ost von Zebed entfernt.

ΓΟΠΙΟΥ ist ein Fehler für ΓΟΡΠΙΟΥ. Vielleicht wollte der Steinmetz Ρ+Π durch die Ligatur ϖ ausdrücken, aber an dem Π ist eine Schleife dieser Art nicht vorhanden.

ΕΘΕΜΕΛΙΟΘΙ = ἐθεμελιώθη.

ΤΩ = τό.

ΠΕΡ Die Lesung dieses Wortes als περιοδευτοῦ ist gesichert durch die Syrische Inschrift.

ΑΝΝΕΟC ΒΟΥΚΕΟΥ ΚΑΙ CΕΡΓΙC ΤΡΥΦ

Der syntaktische Zusammenhang dieser Worte mit dem vorhergehenden ist nicht ersichtlich. Man würde zunächst eine Fortsetzung der durch ἐπὶ eingeleiteten Datirung erwarten, also Genetive, nicht Nominative. ΑΝΝΕΟC steht für Annius oder Annaeus, und CΕΡΓΙC für Sergios.

Die Lesung ΒΟΥΚΕΟΥ ist nicht ganz sicher. In meiner Copie habe ich Ꝑ geschrieben, aber in dem Abklatsch erkenne ich deutlich eine Schleife am unteren Schaft. Wenn ein Β beabsichtigt war, so ist das Zeichen ungebührlich lang gerathen; will man

---

[1]) Die Feststellung des Griechischen Textes verdanke ich in der Hauptsache meinem hochverehrten Collegen, Hrn. Ad. Kirchhoff, dem ich für seine bereitwillige Hülfe meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

es aber als ein P auffassen, so haben wir eine mit P beginnende Ligatur vor uns. Welchen Werth in diesem Fall die untere Schleife bezeichnet, ist mir nicht bekannt. Eine Namensform Βουκεου, Ρουκου kann ich anderweitig nicht nachweisen.

Den Schluss der Zeile bildet ein Φ, in dem aber vielleicht noch ein υ als Ligatur vorhanden ist. Also ΤΡΥΦ. Gleich ΤΡΥΦΩΝΟC?

ЄKTICYN- In meiner Copie habe ich geschrieben ЄKTIΩIN, aber auf dem Abklatsch erscheinen die beiden Zeichen wie eine Ligatur für C+Y, welchem letzteren Zeichen der untere Schenkel fehlt. ЄKTICYN = ἔκτισαν. Ähnliche Schreibfehler sind in spätgriechischen Inschriften nicht selten, vgl. ЄKTIOAN = ἔκτισαν bei Wetzstein, Ausgewählte Griechische und Lateinische Inschriften nr. 75; ЄKTIIЄN = ἔκτισεν bei Waddington nr. 1911. In jedem Fall scheint mir die Lesung ἔκτισυν näher zu liegen als die Ergänzung zu ἐκ τῶν ἰδίων.

ÀMPÀÀ- Dieser Name ist mir aus anderen Quellen nicht bekannt; er dürfte weder mit den Arabischen Namen ʿÂmir Ἄμερος, ʿAmrû Ἄμρος, noch mit عَمْرٌو (s. Ἀμερίλιος, امرؤ القيس), noch mit dem Syrischen Namen Mârâ (s. Μάρας bei Suidas, Name eines durch seinen Reichthum und seine Wohlthätigkeit bekannten Aleppiners) zusammenzustellen sein.

ΛЄOMTIC = Λεόντιος.

ÀPXΠPOC- Ich habe in meiner Copie ÀOXΠΘC geschrieben, hielt das vierte Zeichen für die Ligatur T+I und las ÀOXTIOC als einen Schreibfehler für ÀTIOXOC, entsprechend dem Antiochus der Syrischen Inschrift; aber diese Erklärung wird durch den Abklatsch unmöglich gemacht. In dem Abklatsch ist an zweiter Stelle ein P vollkommen deutlich und in der Innenseite des Π am unteren linken Schenkel eine kleine Schleife, sodass wir das Zeichen als Ligatur für Π+P auffassen müssen. Das vorletzte Zeichen halte ich für ein O, obgleich es hier wie zu Anfang der Inschrift in dem Worte ЄTOYC wie ein Θ aussieht. Über die Bedeutung des Wortes bin ich nicht ganz sicher; vielleicht ist ἀρχιπρεσβύτερος gemeint.

Die Namen der Mittelzeile, Saturninus und Azizos (عزيز) bedürfen keines Commentars; über den letzteren s. Waddington nr. 2314. Azizos heisst auch der in Trier begrabene, aus Zebed oder Καπροζαβαδαίων gebürtige Römische Soldat, C. J. G. nr. 9893. ΘЄΡΓΙΟΥ ist ein Fehler für СЄΡΓΙΟΥ.

Der Raum zwischen ΣΑΤΟΡΝΙΝΟС AZIZOC und dem Ring ist leer gelassen, und der im Abklatsch an dieser Stelle vorhandene kleine Haken ist nichts als eine Unebenheit in der Steinfläche.

ΜΑΡΑ ist der im Syrischen häufig vorkommende Name ܡܪܝ.

ΒΑΡΚΑΔΙ- Das vorletzte Zeichen ist nicht ganz deutlich; in anderen spätgriechischen Inschriften kommt es häufig vor als Alpha neben dem älteren Zeichen (s. Waddington nr. 2218. 1920. 2220. 1996. 2199). Ich lese es aber hier als ein Delta, weil es dem entsprechenden Zeichen in der Zahl $\overline{\Delta K}$ in der ersten Zeile ähnlich ist und weil ohnehin schon zwei verschiedene Formen des Alpha in dieser Mittelzeile vorkommen. Das letzte Zeichen sieht aus wie ein schräg stehendes, über Gebühr nach unten verlängertes Jota. Ob es nur als Interpunctionszeichen gesetzt ist? — Die Bedeutung des Namens ΒΑΡΚΑΔ oder ΒΑΡΚΑΔΙ ist mir nicht bekannt.

Die syntaktische Beziehung der Mittelzeile zu der übrigen Inschrift ist nicht angedeutet; es liegt wohl am nächsten, sie als eine Fortsetzung des Verzeichnisses der Gründer (Symeon, Amraa, Elia etc.) aufzufassen.

Die Inschrift ist reich an Ligaturen.

Μ+Є und ΛΙΟ in *ἰΘεμελιοθι*,

Υ+Ρ in *μαρτύριον* (wohl fehlerhaft eingegraben für Ῡ),

Γ+Ι in *Σεργίου* (nicht zu verwechseln mit Π),

С+Υ in *Cυμέων*,

Λ+Ι in *Ἠλία*,

Λ+Є+Ο in *Λεόμτις*,

Α+Ρ und Π+Ρ in ΑΡΧΠΡΟС.

Die Figur des ΟΥ in ΘЄΡСΙ○Υ ist dieselbe, welche die westlichen Syrer als Zeichen für den Vocal *u* entlehnt haben.

Es ist beachtenswerth, dass in der Mittelzeile neben den gewöhnlichen Formen für Alpha, Omikron und Sigma auch ein mehr

cursives Alpha, ein viereckiges Omikron und ein rechtwinkliges Sigma vorkommt. Ich halte aber diesen Umstand nicht für bedeutend genug, um deshalb die Mittelzeile in eine spätere Zeit zu versetzen als den anderen Theil der Griechischen Inschrift, da in den Zeiten, in denen in Syrien die Kenntniss des Griechischen ausstarb, ältere und jüngere Zeichen in derselben Inschrift oft neben einander vorkommen.

Unsere Zebed-Inschrift berührt sich am nächsten mit den Griechischen Inschriften des *'A'lâ*, jenes von Burton entdeckten Basaltlandes im Osten von Ḥoms, Ḥámâ und Marra, s. Burton and Drake, Unexplored Syria S. 158 ff. In einer dieser Inschriften wird eine Auctoritätsperson Johannes, allerdings ohne Angabe ihres Amtes, angeführt: In nr. 34, Inschrift von Taratin Et Tujjar, datirt von A. Sel. 821 = A. D. 510 (also um 2 Jahre früher als die Inschrift von Zebed):

ωϹ ϹΟΦωϹ ΤΗΝ ΠΑΤΡΙΔΑ ΦΡΟΥΡωΝ ΙωΑΝΝΗϹ ΑΓΑΘΟΙϹ
ΒΟΥΛΕΥΜΑϹΙΝ

Sollte der Johannes von Taratin Et Tujjar der Periodeutes sein, der in der Inschrift von Zebed genannt ist? Wenn Johannes ein hohes oder das höchste kirchliche Amt in dem 'A'lâ bekleidete, so konnte Khunâṣara und Zebed sehr wohl zu seiner Diöcese gehören. Ich lege aber dieser Combination keinen besonderen Werth bei, denn der Name Johannes war zu jener Zeit und in jener Gegend ausserordentlich häufig. In den Kirchenschriftstellern wie in den Verzeichnissen der Kirchenbehörden finde ich Zebed und Khunâṣara nicht erwähnt, obgleich das letztere ein Bisthum war, was durch die Inschrift nr. 1832 bei Waddington dargethan wird.

II.

Syrische Inschrift.

(s. die nebenstehende Tafel.)

„Lobpreis dem Vater und dem Sohne und dem Heiligen Geist. Im Jahr achthundert und dreiundzwanzig am vierundzwanzigsten im Ilul ܐܬܠܡܐܣܘ, während Joḥannân Periodeutes war."

Die Doxologie und das Datum, welches mit dem in der Griechischen Inschrift angegebenen genau übereinstimmt, lesen sich ohne Schwierigkeit. In den Wörtern ܬܡܢܡܐܐ, ܒܪܒܥܐ und ܒܝܠܘܠ ist ein ܐ ausgelassen (für ܬܡܢܐܡܐܐ, ܒܐܪܒܥܐ und ܒܐܝܠܘܠ), woraus man entnehmen kann, dass die Schreiber nicht gelehrte Syrer waren. Den Schluss des Wortes ܘܥܣܪ[ܝܢ] würde man in der folgenden Zeile erwarten, und allerdings stehen vor ܒܝܠܘܠ die Zeichen ܝܢ, aber abgesehen davon, dass das Jod nicht ganz deutlich ist (vielleicht ein ܕ), ist diese Erklärung auch deshalb unsicher, weil diese beiden Zeichen möglicher Weise mit den vorhergehenden Zeichen ܒܘ in derselben Zeile, die ich nicht zu deuten vermag, zusammenhängen.

Das Wort ܐܬܠܡܐܣܘ (vielleicht ܐܬܝܡܐܣܘ) hat nicht das Aussehen Syrischen Sprachguts und gehört auch nicht zu den bekannten Griechischen Wörtern, die im Syrischen Bürgerrecht erhalten haben. Ich wüsste nur an ἑτοιματία zu erinnern, dem Stephanus auch die Bedeutung *basis fundamentum* beilegt. Man müsste in diesem Fall ܗܘܬ ergänzen. „In dem Jahr ctr. entstand die Grundlage etc." Gleich ἐθεμελιώθη? —

ܕܘܟܐܢܗ = ܕܘܟܪܢܗ Man würde nach diesem Wort einen Genetiv erwarten, etwa ܕܩܕܝܫܐ ܣܪܓܝܣ oder ähnliches (*Commemoratio Sancti Sergii*).

Von dem Rest der Inschrift glaube ich noch das folgende mit Sicherheit lesen und erklären zu können:

ܘܡܪܐ *und Mârâ* (s. MAPA in der Griechischen Längenzeile).

ܕܟܬܒ *der geschrieben hat.*

ܘܐܢܛܝܘ

ܟܐ *und Antiochus.*

ܘܡܟܝܡܘܣ *und Mêḳîm* (MOKIMOC, Mocimus). In der Photographie fehlt das ܘ zu Anfang dieses Wortes, ich glaube aber be

Anm. Für die genaue Stellung der Zeilen zu einan

[Zu S. 180.]

nochmaliger Vergleichung des Papierabdruckes den Umriss eines initialen Waw zu erkennen.

ـحـ (zu Anfang der dritten Zeile). Die Lesung des ersten Zeichens ist nicht ganz sicher; nach nochmaliger Vergleichung des Papierabdrucks scheint mir das erste Zeichen mehr diese Gestalt ـ (wofür meine Copie ـ giebt) zu haben und das zweite Zeichen mehr einem ـ als einem ـ zu gleichen.

ـ — Das Schluss-Aleph halte ich für vollkommen gesichert.

ـ — Nach diesen Buchstaben folgt in derselben Zeile weiter nichts. Das in der Phototypie angedeutete Zeichen ist nicht etwa der Rest eines Buchstaben, sondern eine Unebenheit im Stein, die nicht hätte wiedergegeben werden sollen.

ـ . ـ (vierte Zeile von unten). Das zweite Zeichen weiss ich nicht mit irgend einem Buchstaben des Estrangelo-Alphabets zu identificiren; das nächst verwandte Zeichen ist ein ـ. ـ? ـ?

ـ — Hier scheinen die Buchstaben nicht, wie in dem übrigen Theil der Inschrift, von oben nach unten, sondern neben einander gestellt zu sein. Es läge ziemlich nahe, diese Züge ـ zu lesen, aber abgesehen davon, dass ein ; nicht vorhanden ist, ist auch das erste Zeichen, das in meiner Copie einem Nabataeischen ר (s. ר in der Inschrift von Hebrân, Vogüé pl. 14 nr. 1) gleicht, unsicher.

Ich verfehle mir nicht, dass dieser Erklärungsversuch nur zu einem Theil befriedigen kann. Auffallend ist es, dass in dem Syrischen Text sich kein Ausdruck für das Martyrion (ـ) des heiligen Sergius zu finden scheint. Die Zeichen ـ können gedeutet werden als *Kephas Comes* (*κώμητα*), wenn die unmittelbar vorhergehenden Zeichen, über die ich mich jeder Vermuthung enthalte, es erlauben. Vgl. einen Comes Johannes in einer Inschrift von Elma'ân, Burton and Drake, *Unexplored Syria* nr. 47, datirt von A. D. 548 (ΙΩΑΝΝΟΥ ΛΑΜΠΡΙΚΟΜΗΤΟC *κ. τ. λ.*).

Dass die Syrer zuweilen in der Reihenfolge von oben nach unten die Buchstaben unter einander schrieben anstatt neben einander, ist nicht unbekannt. Ein Beispiel dieser Anordnung findet sich z. B. in Land's Anecdota Syriaca I Tabelle VII nr. 27. Ich bemerke aber, dass die Syrer nicht immer ihre Inschriften in dieser Weise zu schreiben pflegten, denn z. B. die älteste Syrische Inschrift, die ich in Edessa gefunden habe, ist in derselben Weise, wie die Handschriften und unsere Drucke geschrieben.

Dieser Theil der Zebed-Inschrift ist ein interessantes paläographisches Material zur Vergleichung mit den Syrischen Handschriften, von denen die älteste vom Jahr 411 nach Chr. datirt ist. Die unserer Inschrift räumlich und zeitlich am nächsten stehenden Handschriften sind der Codex Add. 17, 182 des Brittischen Museums, der von demselben Jahr (512) datirt ist, und Add. 17, 126, welcher 511 in Membidj-Hierapolis (drei Tagereisen nördlich von Zebed) geschrieben ist, s. Land, Anecdota Syriaca I Tabelle V nr. 12 u. 13. 14. Die erstere Handschrift theilt mit unserer Inschrift die paläographische Eigenheit, dass sie zwei Formen des Waw verwendet, eine (das gewöhnliche Estrangelo-Zeichen) im Anfang der Wörter, und die der Cursive entstammende Ringform in der Mitte und am Ende der Wörter.

Da Syrische Inschriften bisher systematisch noch nicht gesammelt worden sind, so ist das Material, das man zur Vergleichung heranziehen kann, nur sehr gering an Umfang. Hierher gehören:

1) Die Edessenischen Münzlegenden.

2) Legenden auf geschnittenen Steinen, bei Mordtmann, Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft Bd. XVIII Studien über geschnittene Steine mit Pehlevi-Inschriften, Tafel VI nr. VII (ܠܡܫܠܡܗܘ ܚܣ ܫܠܡܗ), nr. XII (ܡܒܪܘ), nr. VIII (ܡܪܝ ܡܪܐ . ܡܠܟܝܐ). Vgl. M. A. Levy, Siegel und Gemmen S. 51 und Tabelle 3 (ܐܡܛܠܐ).

3) Inschrift auf einem Sarkophag in der Nähe von Ḳarjetên, mitgetheilt von Mordtmann, erklärt von Nöldeke, Zeitschr. d. DMG. Bd. 32 S. 199.

4) Fragment einer Inschrift auf einer der beiden Säulen, ge-

samt Kürsî-Nimrûd, auf der Akropolis von Edessa, s. Badger, The Nestorians and their rituals I S. 323.

5) Inschrift über der Thür eines Baptisteriums neben einer Kirche in Dehhes[1]) im Djebel Ḥalaḳa, mitgetheilt von Graf M. de Vogüé in den Inscriptions Sémitiques, deuxième partie S. 162, Tabelle 38. Ich lese den Anfang derselben:

+ ..ܒܝܬ ܡܥܡܘܕܝܬܐ ܕܐܠܗܐ.

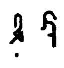
d. i. *Taufhaus Gottes* etc.

In dem Rest der Inschrift sind noch mehrere Buchstaben für den Syriasten deutlich zu erkennen, und der Schluss derselben enthält vielleicht ein Datum, bezeichnet mit den Ziffern der älteren Syrischen Handschriften. Die letzten Zeichen lese ich 20 + 10 + 6 (36). Wenn von dieser Inschrift ein Papierabdruck vorhanden wäre, könnte sie wahrscheinlich ganz gelesen werden.

III.

Arabische Inschrift.

+ [بسـ]م الله سرجو بر حمع مسو و..... بر مر القس وسرجو بر سعدو
وسترو وسرجو



„Im Namen Gottes. Sergius Sohn des ______, der *οἰκονόμος*, und __________ Sohn des Mârâ der Presbyter, und Sergius Sohn des Saʿd, und Sithr und Sergius, die Familie des ______."

[بسـ]م + Am Anfang der Inschrift ist der Fels beschädigt, aber die grössere Hälfte eines Schluss-Mîm ist deutlich sichtbar, und vor demselben ist genügender Raum für zwei Buchstaben wie بسـ.

بر — Diese Lesung, nicht بن, ist gesichert durch das drei-

[1]) Ein Baptisterium findet sich auch neben einer grossen Basilika in Ruwêḥa, von der ich eine vortreffliche Photographie besitze.

malige Vorkommen desselben Zeichens in dem Worte سرجو (s. aus serdem مر). Es ist demnach auch in der Inschrift von Ḥarrân ر zu lesen, wie J. Halevy, Mélanges d'épigraphie et archéologie sémitiques S. 120 Anm., bereits vermuthet hat.

حمع — Ich habe in meiner Copie geschrieben ܐܡܥ und etwas anderes als ein senkrechter, nach Links verbundener Strich ist auch in dem Abklatsch nicht zu erkennen. Man wird kaum anders lesen können als حمع (oder حمح), was keine der bekannten Syrischen und Arabischen Namensformen ergiebt. Vielleicht ist es derselbe Name, der in der Griechischen Form Γόμου bei Waddington nr. 2174 vorkommt, und den Wetzstein a. a. O. S. 350 mit Arabisch جُمْح combinirt.

قنمو — Diese Züge gestatten die Lesung Καιάμου (s. Waddington nr. 2103, Wetzstein S. 355), ich ziehe aber vor قنمو zu lesen, und halte das Wort für eine Verstümmelung des Griechischen οἰκονόμος. Ähnliche Verstümmelungen kommen schon in den Griechischen Inschriften Syriens selbst vor, z. B. κοδομης für ᾠκοδόμησε in einer Inschrift von Dêr-Leben im Ḥaurân (Waddington nr. 2397).

Der οἰκονόμος, über dessen Functionen Waddington zu nr. 2124 zu vergleichen ist, wird in den Griechischen Inschriften Syriens häufig erwähnt, z. B. neben dem περιοδευτής in nr. 2633, neben den πρεσβύτεροι in nr. 2091, neben πρεςβύτερος und διάκονος in nr. 2124.

Also: Σέργιος Γόμου οἰκονόμος.

.....و — Der folgende Name ist vollkommen unsicher. In meiner Copie habe ich geschrieben: ܘܐܠܝܐ (وايليا?).

مر — Ich halte diesen Namen für identisch mit Μάρα in der Mittelzeile der Griechischen Inschrift, Syrisch ܡܪܐ. Möglich wäre immerhin auch die Lesung مُرّ, ein Arabischer Name, der in der Form τοῦ Μόρρου in einer Inschrift bei Waddington nr. 2413*g* vorkommt.

القس — Das Ende dieser Zeichen steht etwas gedrückt unter dem Ring in der Mitte des Steins; der dritte Schaft des *Sîn* ist in dem Abklatsch nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen. Jedenfalls ist für die vollere Form des Wortes القسيس nicht Raum genug vorhanden.

وسرجو — Die Linie vor dem و habe ich bei dem Copieren nicht bemerkt; im Abklatsch ist vielleicht eine solche Linie vorhanden, ist aber wahrscheinlich nur eine Unebenheit in der Steinfläche.

سعدو, im Schrift-Arabischen سعد *Sa'd*, ein in Griechischen Inschriften Syrischer Provenienz nicht selten vorkommender Name, s. Σαδος Waddington nr. 2381, Σαδου nr. 2206, Σααδου nr. 2329.[1]) Die Endung *ú*, von der sich im Schrift-Arabischen nur ein Rest in der Schreibung des Namens 'Amr عمرو erhalten hat, ist dieselbe wie in ظلمو in der Inschrift von Ḥarrân, und erscheint häufig in den Nabatäischen Inschriften des Ḥaurân und des Nabatäer-Reichs, z. B. أوسو, نجمو, قصيو, كلبو; ausgenommen sind Namen, die auf ein Feminin-t auslauten. Ich mache aufmerksam auf die grosse Alterthümlichkeit der Form des *Dâl* in diesem Worte.

وسترو — Bei der Lesung dieser vieldeutigen Zeichen ist zu beachten, dass der vierte Schaft von den drei ersteren etwas abgerückt und in der Richtung von ihnen verschieden ist; dadurch ist z. B. eine Lesung وبشرو *Bischr* ausgeschlossen. Ich schlage vor das Wort وسترو zu lesen und sehe darin denselben Namen, der in der Form Σαιθρου bei Waddington nr. 2174. 2354 vorkommt, wobei ich unentschieden lasse, ob er von der Wurzel ستر (so Wetzstein S. 365), شتر (شُتَيْر اشتر) oder شثر abzuleiten ist.

وسرجو — Obwohl der Fels zwischen س und ر abgebrochen ist, ist die Verbindung zwischen beiden Buchstaben in dem Abklatsch doch deutlich zu erkennen und hätte in der Zeichnung wiedergegeben werden sollen.

Am Ende der Arabischen Zeile finden sich einige sehr undeutliche Syrische Zeichen, die mehr cursiv gehalten sind als die übrige Syrische Inschrift. Die beiden ersten Zeichen lese ich ܚܠ, die beiden letzten ܨܒ; das dritte Zeichen ist vielleicht ܨ, das vierte gleicht keinem Syrischen Buchstaben.[2]) Der Abklatsch ist sehr undeutlich an dieser Stelle und meine Copie hilft auch nicht weiter.

---

[1]) Vgl. שעדו in der Palmyrenischen Inschrift nr. 24 bei M. de Vogüé, Inscriptions Sémitiques, wo der Griechische Text Σοάδου transcribirt.

[2]) Vielleicht einem Kâf ك oder Jûd ي.

In welcher Beziehung die fünf in der Arabischen Inschrift genannten Personen zu der Basilica des heiligen Sergius standen wird in der Inschrift nicht berichtet. Ich nehme an, dass sie in gleicher Weise wie die in der Griechischen und Syrischen Inschrift genannten Personen an der Gründung und dem Bau der Basilica betheiligt gewesen sind. Es liegt kein Anzeichen vor, das uns bestimmen könnte die Arabische Inschrift, die des Datums entbehrt für später zu halten als die Griechische und Syrische. Findet sich an einem Gebäude eine Inschrift, welche nicht gleichzeitig mit der Gründung ist, sondern einer späteren Zeit angehört, so ist die Veranlassung derselben in der Regel ein Neubau, eine Restauration (جدّده فلان الخ), eine Erweiterung, überhaupt irgend eine bauliche Veränderung, und wenn die Arabische Inschrift unserer Trilinguis aus einer ähnlichen Veranlassung hervorgegangen wäre, so hätte dies sicherlich in der Inschrift selbst einen entsprechenden Ausdruck gefunden.

Die Inschrift von Zebed wirft ein lehrreiches Schlaglicht auf die Bevölkerungsverhältnisse jener Gegend zu Anfang des 6ten Jahrhunderts. Jeder Theil der Einwohnerschaft setzte seine eigene Inschrift in eigener Sprache und Schrift auf die Thür der allen gemeinsamen Kirche. Griechisch war die Sprache des Römischen Reiches und seiner Beamten, Syrisch die Sprache der Masse der Bevölkerung in Stadt und Dorf, zugleich die Sprache der christlichen Kirche, welche ausser den Syrern auch grosse Theile der Arabischen Nation umfasste. Als dritte Nationalität, welche zusammen mit den Griechen und Syrern an den Culturaufgaben jener Zeit sich betheiligte, zeigt uns die Inschrift die Araber, dasselbe Volk, das 125 Jahre später ganz Syrien überfluthen und das Griechisch-Römische Reich in Syrien vernichten sollte. Dass aber auch schon damals die Araber mächtig gegen die Römischen Grenzen andrängten, darf man wohl daraus schliessen, dass die Citadelle von Khunâṣara in der Inschrift über ihrem Thor (Waddington nr. 1832) es für nöthig hielt zu versichern, dass sie den Ansturm der Barbaren verachte *καταφρονοῦσα βαρβάρων καταδρομῆς*.

Strabo berichtet (16, 2, 11), dass zu seiner Zeit in jener Gegend (der Chalcidice) Araber und Syrer neben einander wohnten und dass neben *Arabes Scenitae* auch sesshafte Araber vorhanden waren. In einer späteren Zeit begann die grosse arabische Völ-

kerwanderung, durch welche die Bevölkerungsverhältnisse jener Länder gänzlich verändert würden. Gehörten die Araber, welche diese Inschrift geschrieben, noch der älteren Schicht der nach Norden gewanderten Stämme, Benû Selîḥ, Ijâd, Tenûkh an, oder waren bereits die Rebî'a-Stämme (besonders die Taghlib) in der Syrischen Wüste angekommen? — Die Bemerkung des Commentars zu dem oben S. 171 Anm. 1 angezogenen Verse[1]) des Ṣakhr vom Stamme Hudhail, dass Zebed den Banû 'Asad gehört habe, ist ziemlich werthlos, da nicht zu ersehen ist, auf welche Zeit diese Bemerkung bezogen werden muss, und die I. Makkab. 12, 31 genannten Ἄραβες Ζαβεδαῖοι sind nicht in dieser Gegend zu suchen. Wenn wir die geographische Nomenclatur der Gegend von Zebed und Khunâṣara, wie sie zu Anfang des 6ten Jahrhunderts unter Griechen und Syrern wie unter den Arabern gebräuchlich war, kännten, so würde sie uns eine grosse Hülfe für diese Untersuchung gewähren; aber die älteren Namen sind verschollen, und von den jetzigen Namen (Shubaith, Elaḥaṣṣ, Khunâṣara, Zebed) ist es schwer zu sagen, wie alt sie sind. Immerhin sind sie werthvolle, unzweideutige Urkunden für die Geschichte der Arabischen Völkerwanderung, denn die Namen Shubaith und Elaḥaṣṣ bezeichneten ursprünglich gewisse Örtlichkeiten im Centralarabischen Hochland Nedjd, in der ursprünglichen Heimath der Rebî'a-Stämme, Taghlib und Bekr; Shubaith und Elaḥaṣṣ gehörten zum Gebiet von Taghlib, Khunâṣara (das bei Plinius VI, 32, 158 in der Form *Chenneseri* vorzukommen scheint) zum Gebiet von Bekr.[2]) Es kann nun keinem Zweifel unterliegen, dass die Taghlib, wie es die Deutschen Colonisten in Amerika zu thun pflegen, die Namen ihrer angestammten Heimath auf ihre neuen Wohnsitze übertragen haben, wie es schon Jâḳût I S. 152 vermuthet. Zu welcher Zeit aber die Taghlib sich in der Chalcidice niedergelassen haben, ob sie schon um 512 dort sassen, weiss ich nicht zu entscheiden.

Der Name Zebed scheint nicht von den Taghlib herzurühren. Nach Jâḳût war Zebed auch der Name von zwei Bergen in Je-

---

[1]) مَآبُه الروم او تنوخ او ال آطام من صُوران او زَبَد

[2]) Vgl. Elbekrî S. 209. 773. 319; O. Blau, Zeitschrift der DMG. 23 S. 580; Sprenger, Alte Geographie Arabiens S. 296.

men, weshalb man vermuthen kann, dass er von einem Südarabischen Stamm nach Syrien übertragen ist, etwa von den Tenûkh, welche vor Taghlib jene Gegend bewohnten. Auf die Tenûkh weist auch der Name der nächsten Quelle in der Ebene südlich von Khunâsara, Ezzergâ الزرقاء, in dem eine Erinnerung an die diesen Namen führende Schwester des Malik ben Zuhair, die Priesterin des Stammes der Tenûkh zur Zeit, als sie noch in Central-Arabien sassen, erhalten sein kann.[1]) Übrigens kommen Eigennamen von der Wurzel زبد in allen Semitischen Dialecten vor, auch im Aramäischen vgl. *Beth Zabhdê* = Djezîre.

Die Inschrift von Zebed ist das älteste Denkmal Nordarabischer Sprache und Schrift, das von nun an bei der noch immer nicht abgeschlossenen Untersuchung über den Ursprung der Arabischen Schrift stets als Ausgangspunkt wird dienen müssen. Sie ist 56 Jahre älter als die von 568 datirte Griechisch-Arabische Bilinguis von Ḥarrân in der Trachonitis[2]) und 59 Jahre früher als die Geburt Muhammeds. Arabische Münzlegenden, selbst die ältesten, die Namen der Städte Damascus, Baalbek, Homs und Tiberias, die auf Griechische Münzen aufgeprägt sind, sowie auch die Arabischen Überprägungen auf Sasaniden-Münzen gehören alle einer viel späteren Zeit an, der zweiten Hälfte des 7ten Jahrhunderts.

Schliesslich will ich noch hervorheben, dass die beiden ältesten Denkmäler Arabischer Schrift, sowohl dasjenige von Zebed wie dasjenige von Ḥarrân, *christlichen* Ursprungs und auf *Syrischem* Boden gefunden sind, eine Thatsache, welche die Vermuthung nahe legt, dass zwischen der Christianisirung der Araber durch die Syrer und der Erfindung ihrer Schrift ein Causalnexus vorhanden war, dass das Christenthum dort, wie unter so vielen anderen Nationen, das erste Saatkorn der Cultur legte, indem es das Bedürfniss, in eigener Sprache zu lesen und zu schreiben, schuf. Indessen ist diese Frage einstweilen noch nicht

---

[1]) Vgl. F. Wüstenfeld, Register zu den Genealogischen Tabellen u. d. W. Tanûkh.

[2]) Vgl. Wetzstein nr. 110, Waddington nr. 2464, M. de Vogüé, Syrie Centrale, Inscriptions Sémitiques S. 117; Ewald, Götting. Gel. Anzeigen 1869, 22. Sept. S. 1494.

spruchreif. Nach den besten Traditionen der Araber ist die Heimath ihrer Schrift am unteren Euphrat, in Anbâr und Ḥîra, an der Strasse des Babylonisch-Palmyrenischen Welthandels, zu suchen, und Inschriften, welche geeignet wären die Lösung dieser Frage zu fördern, sind in jener Gegend bisher noch nicht zu Tage gekommen.

Zu dem Facsimile ist noch die Beschreibung der Linie nachzutragen, welche die Stelle bezeichnet, wo der Stein geborsten ist, wo die beiden Eck-Stücke von dem Mittelstück abgetrennt worden sind. Diese Linie liegt

1) auf der linken Seite zwischen ܠ ܥܡܪܐ und ܐܠܐ, zwischen ܠܫܡܫܘܢ und ܐܡܫܡܪܝ, zwischen ܐܠܝܫܥ und ܐܡܘܣ, zwischen CATOP und NINOC, zwischen dem letzten جو und وسم;
2) auf der rechten Seite zwischen Є und ΘЄΜЄΛΙΟΘΙ, zwischen CЄP und ΓΙΟΥ, zwischen B(P) und ΟΥΚЄΟΥ, zwischen MAPA und BAPKAΔI, zwischen dem Kreuz und dem Anfang der Arabischen Inschrift. Ein Theil vom linken Schaft des Kreuzes ist noch auf dem Mittelblock vorhanden, aber unter demselben ist ein Stückchen des Felsens abgebrochen, wodurch der Anfang der Arabischen Inschrift verloren gegangen ist.

Im Übrigen ist der Stein und mit ihm die Inschrift vollständig erhalten. Bei dem Zerbersten des Steines sind die Ränder etwas beschädigt, wodurch die Lesung einiger Zeichen unsicher gemacht wird. Wenn noch an einigen anderen Stellen die Zeichen nicht mit wünschenswerther Deutlichkeit zu erkennen sind (besonders in der Syrischen und Arabischen Inschrift), so ist die Ursache davon entweder die, dass der Steinmetz, bevor er die Inschrift eingrub, die Oberfläche des Steins nicht genügend geglättet hat oder auch die, dass die Oberfläche im Laufe der Jahrhunderte durch Verwitterung sehr rauh und uneben geworden ist; vielleicht auch beides zugleich. In Folge dieser Beschaffenheit der Oberfläche ist es stellenweise sehr schwer, sowohl auf dem Stein selbst wie in dem Abklatsch eine beabsichtigte Linie von einem zufälligen Riss oder einer Unebenheit auf der Steinfläche zu unterscheiden.

Ich schliesse mit einer Beschreibung des Gesteins, a der Djebel Shbêṭ und die Ruinen von Zebed bestehen; stammt der Feder meines hochverehrten Hrn. Collegen Pro A. Roth, der durch die Untersuchung der von mir mitgeb Probe mich zu herzlichstem Dank verpflichtet hat.

„Das Gestein von Zebed ist ein dunkelgrauer, porösen rit-Basalt, in dessen Poren Kalkspath und Zeolithe sich Zu den mit der Loupe erkennbaren Gemengtheilen, Plag Augit, Olivin, tritt im Dünnschliff noch Magneteisen. Der ist meist vollständig zu rothbraunen Massen verwittert, in nur einzeln noch frischer Olivin zu sehen ist. Der grünliche findet sich ziemlich reichlich."

ΘΥϹ ΓΚ ω ΜΓΟΠΠΙΟΥ ΔΚ·Ε ΘΕΜΕΧΟΘΙ ΤΩ
ΜΑΡΤΡΙΟΝΤΟΥΑΠΟΥϹΕΡΠΟΥΕΠΠΠΟΥΠΕΡ
ΙωΑΝΝΟΥΚΑΙΑΝΝΕΟϹΒΟΥΚΕΟΥϹϹΕΡΓΙϹΤΡΦ
ωΖΙΖΟϹΘΕΡΠΟΥϹωΖΙΖΟϹΜωΡΑΒΑΡΚΑΔΥ

ΕΚΤΙΩΝ
ϹΥΜΕΩΝ
ΑΜΡΑΑ
ΗΛΨΑ
ΧΟΜΤΙϹ
ΑΡΧΠΘϹ

17. Februar. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Helmholtz las:

Über die auf das Innere magnetisch oder dielektrisch polarisirter Körper wirkenden Kräfte.

Weiches Eisen, in die Nähe eines Magneten gebracht, zeigt selbst Abstossungen und Anziehungen kleiner magnetischer oder magnetisirbarer Körper, die es vorher nicht zeigte. Um diese zu erklären nimmt man eine gewisse Vertheilung des Magnetismus in den Molekeln des Eisen an. Faraday zeigte später, dass Wirkungen dieser Art nicht blos im Eisen, sondern in fast allen bekannten Körpern in sehr viel geringerer Stärke und zum Theil auch in entgegengesetztem Sinne nachzuweisen sind, und dass genau ähnliche Erscheinungen, die auf eine Vertheilung entgegengesetzter Elektricitäten in den Molekeln elektrischer Isolatoren hindeuten, durch elektrische Anziehungskräfte hervorgerufen werden. Mathematisch wurden diese Erscheinungen von Poisson zuerst für das Gebiet des Magnetismus unter verhältnissmässig einfache Gesetze zusammengefasst, die wenigstens für mässige Stärken der Magnetisirung und soweit sich nicht Wirkungen der reibungsähnlichen Coercitivkraft einmischen, den Gang der Erscheinungen gut darstellen. Dieselben allgemeinen Gesetze lassen sich auch auf die schwächeren magnetischen Wirkungen in den paramagnetischen und diamagnetischen Substanzen anwenden, und ebenso auf die elektrische Polarisirung der Dielektrica, soweit in letztern nicht Leitung und die der Leitung verwandt erscheinende Rückstandsbildung Zeit haben sich zu entwickeln.

Die Erscheinungen, an denen Poisson seine Theorie ausbildete, waren Bewegungen starrer Magnete und magnetisirbaren Eisens im Luftraume. Später ist die Theorie von Sir W. Thomson auch auf die Bewegungen starrer Körper in magnetisirbaren Flüssigkeiten ausgedehnt worden mit Beziehung auf Faraday's diamagnetische Versuche. Sobald die Molekeln magnetisch oder elektrisch polarisirter Medien sich gegen einander verschieben können, wie in Flüssigkeiten oder in biegsamen elastischen Körpern, so kommen neben den ursprünglich angenommenen Fern-

kräften noch nothwendig molekulare Wirkungen in Betracht. Die in Richtung der Kraftlinien hinter einander liegenden Molekeln kehren einander befreundete Pole zu und müssen sich gegenseitig anziehen, die seitlich neben einander liegenden werden sich gegenseitig abstossen. Die bekannte Theorie der magnetischen Fernwirkung zeigt, dass parallel gerichtete kleine Magnete sich anziehen, wenn die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte einen spitzen Winkel mit der magnetischen Axe beider macht, der kleiner ist als $54^\circ 44'$ $\left(\text{arc. cos. } \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$, sich abstossen wenn der spitze Winkel grösser ist. Damit in Übereinstimmung ist Faraday's Voraussetzung, dass in den magnetisch oder dielektrisch polarisirten Medien ein Zustand von Spannung bestehe in Richtung der Kraftlinien, in Folge dessen sich diese zu verkürzen streben, während quer gegen die genannten Linien ein Druck wirke, der die Substanz in dieser Richtung aus einander treibe. Sir W. Thomson[1]) hat schon 1843 den Beweis geführt, dass Kräfte dieser Art dieselben Wirkungen hervorbringen können, wie die directen Fernwirkungen nach der Theorie von Coulomb, und Cl. Maxwell hat diese Annahmen von Faraday zur Grundlage seiner ganzen Theorie der Elektricität und des Magnetismus gemacht. Die jüngst veröffentlichten Versuche von Hrn. G. Quincke zeigen in sehr auffallender Weise das Bestreben elektrischer Isolatoren sich quer gegen die Richtung der elektrischen Kraftlinien zu dehnen, wenn auch diese Versuche über das Verhalten in Richtung der Kraftlinien noch Zweifel bestehen lassen.

Zweck der vorliegenden Arbeit ist zu zeigen, dass wenn die Consequenzen von Poisson's Theorie auch nur in der angegebenen Ausdehnung d. h. in ihrer Anwendung auf die Bewegungen starrer Körper im Luftraume als thatsächlich richtige Beschreibung der beobachtbaren Erscheinungen angesehen werden, und das Gesetz von der Constanz der Energie für dieses Gebiet von Erscheinungen als gültig betrachtet wird, dieses Gesetz allein ohne alle Zuziehung von Hypothesen über die innere Constitution der elektrisch oder magnetisch polarisirten Körper es möglich macht, auch die ponderomotorischen Kräfte zu finden, welche auf die inneren

[1]) On the Attraction of Conducting and Non- conducting Electrified Bodies. Cambridge Mathematical Journal. May 1843. — Reprint. Art. VII, § 147.

Theile solcher Körper einwirken, und bei Formänderungen derselben sich geltend machen. Es ergiebt sich dabei in der That, dass das von Faraday angenommene System von Spannungen längs der Kraftlinien und Drucken quer dagegen im Innern solcher Körper wirksam sein muss. Die einzige Abweichung, welche meine Analyse gegen die von den Herren W. Thomson und Cl. Maxwell aufgestellten Formeln zeigt, ist, dass sie noch eine zweite Constante eintreten macht, durch welche das Verhältniss zwischen den Grössen jener Drucke und Spannungen von der Art der Substanz abhängig gemacht wird [1]).

§ 1.

Die Arbeit bei Bewegungen starrer polarisirter Körper im Luftraum.

Da die hierher gehörigen Probleme bei ihrer Anwendung auf Elektricität etwas allgemeinere Form erhalten, als bei Poisson's ursprünglicher Anwendung derselben auf Magnetisirung, so will ich im Folgenden zunächst die Benennungen der Elektricitätslehre anwenden. Die Übertragung auf Magnete erfordert nachher nur unerhebliche Änderungen. Es mögen λ, μ, ν die Componenten der dielektrischen Momente eines polarisirten Isolators sein, berechnet für die Volumeinheit seiner Substanz, parallel den Axen der x, y, z genommen; ausserdem möge ε die Raumdichtigkeit, e die Flächendichtigkeit von aussen zugeleiteter Elektricität in seinem Innern oder an seiner Oberfläche bedeuten, und φ die Potentialfunction aller freien d. h. nicht durch die Polarisirung der Substanz neutralisirten Elektricität sein, so wären die nach Poisson's Vorgang zu bildenden Gleichungen, welche die Abhängigkeit der genannten Grössen von einander ausdrücken:

$$\left.\begin{aligned} \lambda &= -\vartheta \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x} \\ \mu &= -\vartheta \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \\ \nu &= -\vartheta \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1$$

[1]) Meine in Bd. 72 von Borchardt's Journal für r. u. a. Mathematik gegebene Darstellung passt dem dortigen Zwecke entsprechend nur auf die innerhalb eines ponderablen Trägers fortgleitende Elektricität.

Die Raumdichtigkeit der freien Elektricität wird sein:

$$\left.\mathfrak{e} = -\frac{1}{4\pi}\Delta\varphi = \varepsilon - \frac{\partial\lambda}{\partial x} - \frac{\partial\mu}{\partial y} - \frac{\partial\nu}{\partial z} \quad . \quad . \quad . \quad \right\} \mathrm{l_a}$$

und die Flächendichtigkeit, wenn N_1 und N_2 die auf der Fläche nach beiden Seiten hin errichteten Normalen sind, und N_1 mit den positiven Coordinataxen die Winkel a_1, b_1, c_1 macht:

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{E} &= -\frac{1}{4\pi}\left[\frac{\partial\varphi}{\partial N_1} + \frac{\partial\varphi}{\partial N_2}\right] \\ &= e - (\lambda_1 - \lambda_2).\cos a_1 - (\mu_1 - \mu_2).\cos b_1 - (\nu_1 - \nu_2).\cos c_1 \end{aligned}\right\} \mathrm{l_b}$$

Die ponderomotorischen Kräfte, welche wirksam werden, wenn einer der elektrisirten Körper, den wir mit A bezeichnen wollen, bewegt wird, sind nach Poisson's Annahme gleich den Fernkräften, welche die gesammte vorhandene freie Elektricität der übrigen Körper auf die jedes einzelnen ausübt. Das virtuelle Moment dieser Kräfte bei wirklich eintretenden Verschiebungen oder die Arbeit, welche die genannten Kräfte bei solcher Verschiebung verrichten, wird in Folge dessen gegeben durch die Änderung, die durch die Verschiebung im Werthe des Potentials P aller freier Elektricität gegen einander eintritt, während diese selbst in jedem Punkte des bewegten Körpers als unverändert betrachtet wird. Dieses Potential ist

$$P = \tfrac{1}{2}\int\!\!\int\!\!\int \varphi.\mathfrak{e}.dx.dy.dz + \tfrac{1}{2}\int \varphi.\mathfrak{E}.d\omega \quad . \quad . \quad . \quad \mathrm{l_c}$$

und seine Änderung bei eintretender Bewegung wird sein:

$$\left.\begin{aligned} \delta P &= \tfrac{1}{2}\int\!\!\int\!\!\int \mathfrak{e}.\delta\varphi.dx.dy.dz + \tfrac{1}{2}\int \mathfrak{E}.\delta\varphi.d\omega \\ &= -\frac{1}{8\pi}\int\!\!\int\!\!\int \Delta\varphi.\delta\varphi.dx.dy.dz - \frac{1}{8\pi}\int\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_1} + \frac{\partial\varphi}{\partial N_2}\right)\delta\varphi.d\omega\,. \end{aligned}\right\} \mathrm{l_d}$$

Hierin bedeutet $\delta\varphi$ die Änderung, welche in dem betreffenden Punkte des bewegten Körpers sowohl durch seine eigene Bewegung, wie durch die aller andern Punkte eintritt, in deren jedem die freie Elektricität als unveränderlich betrachtet wird. Würde unter $\delta\varphi$ nur die durch die eigene Bewegung des betreffenden Punktes erzeugte Änderung verstanden, so wäre der Factor $\frac{1}{2}$ wegzulassen.

Poisson's Theorie hat, wie schon bemerkt, als Grundlage nur die Erfahrungen, welche bei der Bewegung starrer magnetisirter Körper im Luftraume gemacht waren. Um nun auch in allgemeineren Fällen die Grösse der bei der Bewegung elektrisirter Körper aufzuwendenden Arbeit berechnen zu können, habe ich den Integralen, welche den Werth der Energie ausdrücken, eine besondere Form gegeben. Im Allgemeinen kommen darin eine Reihe verschiedener Grössen vor, Potentialfunctionen, Momente, Dichtigkeiten, die durch die Gleichgewichtsbedingungen von einander abhängig sind, und man kann mittels der letzteren Bedingungen bald die eine, bald die andere der genannten Grössen aus dem Werthe der Energie eliminiren oder auch in ihn einführen. Unter allen diesen Formen giebt es nun eine, welche ich die Normalform nennen möchte, die sich durch die Eigenschaft auszeichnet, dass die Variation ersten Grades des betreffenden Integrals, welche einer willkührlichen Variation der in Gleichgewichtszustand befindlichen Grössen entspricht, gleich Null wird. Bei der Anwendung einer solchen Form hat man den Vortheil, dass bei Berechnung der Änderung des Arbeitswerthes in Folge irgend einer andern Ursache die dabei eintretenden Änderungen jener erst genannten Grössen ausser Betracht gelassen werden können, eben weil die durch ihre Änderung bewirkte Arbeit gleich Null ist.

In unserem Falle bilden wir das über den unendlichen Raum zu erstreckende Integral

$$\mathfrak{W} = \iiint \left\{ \begin{array}{l} \varphi.\varepsilon + \lambda.\dfrac{\partial\varphi}{\partial x} + \mu.\dfrac{\partial\varphi}{\partial y} + \nu.\dfrac{\partial\varphi}{\partial z} + \dfrac{1}{2\vartheta}(\lambda^2+\mu^2+\nu^2) \\ -\dfrac{1}{8\pi}\left[\left(\dfrac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\dfrac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] \end{array} \right\} dx.dy.dz + \int \varphi.e.dw \Bigg\} 2$$

mit den Bedingungen, dass $\delta\mathfrak{W} = 0$, im Falle λ, μ, ν oder φ variirt werden. Ich will das hier und in der Folge so schreiben:

$$\delta_\lambda \mathfrak{W} = \delta_\mu \mathfrak{W} = \delta_\nu \mathfrak{W} = \delta_\varphi \mathfrak{W} = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 2_a$$

Führen wir diese Variationen aus, so erhalten wir in der That die oben unter 1, 1_a und 1_b aufgeführten Bedingungsgleichungen.

Um zu berechnen, welche Änderung im Werthe von $\mathfrak{W}$ bei Lageänderungen eines oder mehrerer der elektrisirten starren Körper eintritt, wollen wir zunächst annehmen, dass dabei nicht

blos die Grössen ε und e, sondern auch λ, μ, ν in jedem materiellen Punkte und Volumelement der betreffenden Körper ihre Werthe unverändert behalten, dann würde auch überall der Werth der durch die Gleichungen 1_a und 1_b bestimmten freien Elektricität, beziehlich der Grössen $\Delta\varphi$ und $\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_1}+\frac{\partial\varphi}{\partial N_2}\right)$ in jedem materiellen Punkte unverändert bleiben, φ aber sich ändern wegen der geänderten räumlichen Verhältnisse. Um die entsprechende Variation von $\mathfrak{W}$ zu finden würden wir den Betrag der zu integrirenden Grössen für jedes Volumelement der betreffenden Körper vor und nach der Verschiebung zu vergleichen haben, nachdem wir den Theil

$$\iiint \frac{1}{8\pi}\left\{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right\} dx.dy.dz$$
$$= -\int \frac{1}{8\pi}\varphi.\frac{\partial\varphi}{\partial N}d\omega - \int \frac{1}{8\pi}\varphi.\Delta\varphi.dx.dy.dz$$

aus der ersten in die zweite Form umgeschrieben haben. Dann sind die Integrale nur über das Innere der elektrisirten Körper zu erstrecken, da $\lambda, \mu, \nu, \Delta\varphi$ in dem zwischen diesen liegenden Raum in Poisson's Theorie gleich Null gesetzt werden, und es wird:

$$\delta\mathfrak{W} = \iiint \delta\varphi.\left\{\varepsilon - \frac{\partial\lambda}{\partial x} - \frac{\delta\mu}{\partial y} - \frac{\partial\nu}{\partial z} + \frac{1}{8\pi}\Delta\varphi\right\} dx.dy.dz$$
$$+\int \delta\varphi\left\{e - \lambda.\cos a - \mu.\cos b - \nu.\cos c + \frac{1}{8\pi}.\frac{\partial\varphi}{\partial N}\right\} d\omega .$$

Unter Anwendung der Gleichungen 1_a und 1_b führt dies auf die in 1_d gefundene Form

$$\delta\mathfrak{W} = -\iiint \frac{1}{8\pi}.\delta\varphi.\Delta\varphi.dx.dy.dz - \int \frac{\delta\varphi}{8\pi}.\frac{\partial\varphi}{\partial N}.d\omega = \delta P .$$

Das heisst die Zunahme des $\mathfrak{W}$ bei der vorausgesetzten Änderung ist gleich der Zunahme, welche das Potential sämmtlicher vorhandenen freien Elektricität durch dieselbe Lagenänderung erfahren würde, wenn diese an den ponderablen Körpertheilchen festhaftete. Wegen der besonderen Eigenschaften der Function $\mathfrak{W}$ ändert sich dieser Werth nicht mehr, wenn man nachträglich in der zweiten Lage die dem neuen Gleichgewichte entsprechende Grösse der Mo-

mente λ, μ, ν eintreten lässt. Also auch, wenn man für $\mathfrak{W}$ die den Gleichgewichtsbedingungen 2_a entsprechenden Werthe der abhängigen Veränderlichen $\lambda, \mu, \nu, \varphi$ als fortdauernd gültig voraussetzt, wird bei Lagenänderungen der einzelnen starren Körper sein

$$\mathfrak{W} - P = \text{Const.}$$

wobei P die Arbeit bedeutet, welche zur Überwindung der ponderomotorischen Kräfte der Elektricität bei Lagenänderungen der betreffenden starren Körper aufzuwenden ist. Es geht hieraus also auch hervor, dass diese Arbeit trotz der Veränderlichkeit der elektrischen Vertheilung nur abhängt von der Anfangs- und Endlage der betreffenden Körper, nicht von dem Wege, auf dem man sie aus der einen in die andere Lage geführt hat.

Übrigens ist noch zu beachten, dass auch für Änderungen in der Vertheilung der eingeleiteten Elektricität ε und e die Änderung von $\mathfrak{W}$

$$\delta\mathfrak{W} = \iiint \varphi . \delta\varepsilon . dx . dy . dz + \int \varphi . \delta e . dw$$

wiederum gleich ist der Arbeit, welche man hätte aufwenden müssen, um in leitenden Drähten durch passend angebrachte elektromotorische Kräfte die bewegten Quanta $\delta\varepsilon$ und δe zwischen Orten von verschiedenen Potentialwerthen φ fortzuleiten.

Setzen wir die aus den Gleichungen 1, 1_a und 1_b sich ergebenden Werthe von $\lambda, \mu, \nu, e, \varepsilon$ in die Gleichung 2, so erhalten wir die für den Fall des hergestellten Gleichgewichts geltenden Formen des Werthes von $\mathfrak{W}$

$$\mathfrak{W}_b = \tfrac{1}{2}\iiint \varphi . \varepsilon . dx . dy . dz + \tfrac{1}{2}\int \varphi . e . dw \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2_b$$

$$\mathfrak{W}_c = \iiint \frac{1 + 4\pi\mathfrak{S}}{8\pi} \left\{ \left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2 \right\} dx . dy . dz \quad . \quad 2_c$$

Die Combination

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{W} &= 2\mathfrak{W}_b - \mathfrak{W}_c \quad \ldots\ldots \\ \delta_\varphi \mathfrak{W} &= 0 \quad \ldots\ldots \end{aligned}\right\} 2_d$$

mit der Bedingung

ist wieder eine Normalform, aus der λ, μ, ν ausgeschieden sind.

Aus der Form 2_b folgt, dass $\mathfrak{W} = 0$ wird, wenn die Körperelemente, welche angesammelte Elektricität enthalten, von einander und von den übrigen in unendliche Entfernung gebracht sind.

Die Grösse $\mathfrak{W}$ ist also das Maass der Arbeit, welche verwendet werden muss, um die entsprechende Anordnung der elektrisirten Körper herzustellen, wenn die Quanta freier Elektricität sich zuerst unter dem Potentialwerthe Null befunden haben. Dies ist anwendbar auf jede Art von Elektrisirung, welche durch beliebige Vertheilung zugeleiteter elektrischer Quanta im Innern oder an der Oberfläche der betreffenden Körper entstehen kann.

Im Falle unter den elektrisirten Körpern auch Leiter sind, so wird innerhalb jedes Leiters auch ε, beziehlich e variabel, aber so, dass die in der ganzen Ausdehnung des Leiters enthaltene gesammte Quantität der Elektricität unverändert bleibt, d. h. es ist innerhalb des Leiters zu setzen

$$\delta_2 \mathfrak{W} + C \iiint \delta\varepsilon \, dx\, dy\, dz + C \int \delta e . dw = 0,$$

Die aus der Variation hierbei folgenden Bedingungen sind:

$$0 = \delta\varepsilon \{\varphi + C\},$$
$$0 = \delta e \{\bar{\varphi} + C\},$$

die für die Ausdehnung jedes zusammenhängenden Leiters gelten. Für getrennte Leiter sind verschiedene von einander unabhängige Constanten C anzuwenden.

Übrigens kommt man genau zu demselben Resultate, wenn man die Quantität von Elektricität, die der Leiter enthalten soll, in ihm als festliegende Masse ε annimmt, und dann $\mathfrak{S} = \infty$ setzt. Um den Werth von $\mathfrak{W}$ in 2_0 zum Minimum zu machen, wird unter diesen Umständen, so weit $\mathfrak{S} = \infty$ ist, sein müssen

$$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2 = 0$$

d. h.

$$\varphi = C.$$

und das Quantum der im Leiter enthaltenen Elektricität wird durch die eintretende dielektrische Polarisation desselben nicht geändert. Wenn wir diese Form der Behandlung des Problems wählen, wird also der Fall der Leiter als Grenzfall in die bisherigen Rechnungsformen mit eingeschlossen.

Bei der Anwendung auf magnetische Vertheilung kann im Ganzen genau ebenso verfahren werden, nur würden die Quanta ε und e als festliegend in den Gegenden der Pole unveränderlicher

te angesehen werden müssen, und das Gesammtquantum der- . in jedem Magneten gleich Null zu setzen sein. Die aufgestellten Gleichungen würden den Fall mit umfassen, dass neben dem unveränderlichen Magnetismus, der den Quantis s und e entspricht, in der Masse des Magneten sich durch Induction temporärer Magnetismus entwickelt.

Die Function $\mathfrak{W}$ berechnet für Gleichgewichtszustand in den polarisirten Körpern kann auch auf die Form gebracht werden:

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{W} = \iiint \frac{1+4\pi\mathfrak{S}}{8\pi\mathfrak{S}^2}\cdot[\lambda^2+\mu^2+\nu^2].dx.dy.dz \quad .\end{aligned}\right\} 2_e$$

oder

$$\left.\begin{aligned}\mathfrak{W} = \iiint\left\{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right\}dx\,dy\,dz + \\ + \iiint\frac{1}{2\mathfrak{S}}(\lambda^2+\mu^2+\nu^2).dx.dy.dz\end{aligned}\right\} 2_f$$

In der letztern Form ist das erste Integral die Arbeit der freien Elektricität, nach ihrer Wirkung im Luftraume berechnet, das zweite der Betrag, den die Polarisirung der dielektrischen Substanzen hinzufügt. Die Form 2_e entspricht der Theorie von Faraday wonach auch im Luftraum Polarisation stattfindet. Soll sie auf den Luftraum mit der Annahme $\mathfrak{S} = \lambda = \mu = \nu = 0$ angewendet werden, so ist hier für $\frac{\lambda}{\mathfrak{S}}$ u. s. w. die elektrische Kraft $\left(-\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)$ zu setzen, um der Form $\frac{0}{0}$ zu entgehen, wie dies in 2_f geschehen ist.

Wenn wir annehmen die durch die Gleichungen 1, 1_a u. 1_b bestimmte Polarisation könnte unveränderlich gemacht werden, wie dies bei magnetischen Substanzen durch die Coercitivkraft wirklich in gewissem Grade geschieht, und es würden dann noch neue elektrische Quanta von der Dichtigkeit ε_1 und e_1 hinzugebracht, die für sich genommen die Potentialfunction ψ hervorbrächten, so würde deren Ansammlung zunächst gegen ihre eigenen Kräfte die Arbeit

$$\frac{1}{8\pi}\iiint\left\{\left(\frac{\partial\psi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\psi}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\psi}{\partial z}\right)^2\right\}dx.dy.dz.$$

e ordern. Weiter wäre die Abstossung der früher vorhandenen

elektrischen Quanta und Momente zu überwinden, deren Potentialfunction φ ist. Dies giebt

$$\iiint \varphi . \varepsilon_1 . dx . dy . dz + \int \varphi . e_1 . dw$$
$$= \iiint \frac{1}{4\pi} \left\{ \frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial y} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial z} \right\} dx\, dy\, dz .$$

Wenn wir diese beiden Arbeitsbeträge unter der Bezeichnung $\mathfrak{V}$ zusammenfassen, so ergiebt sich die Gesammtarbeit mit Hinzufügung des Werthes von $\mathfrak{W}$ aus 2_f

$$\mathfrak{V} + \mathfrak{W}$$
$$= \frac{1}{8\pi} \cdot \iiint \left\{ \left(\frac{\partial(\varphi + \psi)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial(\varphi + \psi)}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial(\varphi + \psi)}{\partial z} \right)^2 \right\} dx dy d$$
$$+ \iiint \frac{1}{2\mathfrak{S}} \{ \lambda^2 + \mu^2 + \nu^2 \} dx . dy . dz \quad . \quad . \quad . \quad \Big\} 2_f$$

Eine der Form 2_f vollkommen analoge Form. Daraus geht hervor, dass diese ihre Bedeutung auch dann behält, wenn die Momente λ, μ, ν zwar eine solche Anordnung haben, als wären sie durch die vertheilende Wirkung von eingeleiteter Elektricität hervorgebracht, aber nicht der zur Zeit bestehenden elektrischen Vertheilung entsprechen.

Man findet diese Form zum Beispiel in der Gleichung für die Constanz der Energie 20_k meiner ersten Abhandlung über Theorie der Elektrodynamik[1]) für die elektrostatische Arbeit wieder, obgleich dort noch inducirte elektromotorische Kräfte mitwirken. Für die magnetischen Kräfte findet sich ebenda die einer Gleichgewichtslage entsprechende Form 2_e. Diese Gleichgewichtslage ist aber dort unter dem Einflusse elektrischer Ströme zu Stande gekommen. Letztere wirken nach Ampère's Darstellung festen Magneten analog, aber sie machen die Potentialfunction φ mehrdeutig. Eindeutig wird diese nur, wenn wir den Raum, der um die Stromleiter herum mehrfach zusammenhängend ist, durch passend gelegte Schnittflächen einfach zusammenhängend machen. An jeder solchen Schnittfläche muss die Potentialfunction φ einen Sprung machen, so dass

$$\varphi_1 - \varphi_0 = -4\pi J ,$$

[1]) Borchardt's Journal für r. u. a. Math. Bd. 72, S. 125.

wo J die Stromintensität bedeutet. Die Schnittflächen dürfen nicht die unveränderlichen Magnete schneiden, die in den bisher angewendeten Gleichungen nur durch die magnetischen Quanta ihrer Pole e und ε repräsentirt sind, da es nicht gleichgültig ist, ob der die Pole verbindende Magnetstab auf der einen oder anderen Seite des Stromleiters vorbeigeht. Es dürfen also auch bei Verschiebungen der verschiedenen Körper Quanta ε und e nie durch die genannten Schnittflächen hindurchgehen.

Wenn dies festgehalten wird, so ist zunächst ersichtlich, dass der Werth von $\mathfrak{W}$, wie er in Gleichung 2 gegeben ist, nicht von der Lage der genannten Schnittflächen abhängig ist. Denn wenn wir sie verschieben, ändert sich nur der Werth von φ, nicht aber der seiner Differentialquotienten, in denjenigen Stellen des Raums, durch welche die Fläche passirt ist. Da nun φ nur mit ε oder e multiplicirt in Gleichung 2 vorkommt, und die Pole der Magneten nicht durch die Fläche gehen sollen, so ändert sich nichts im Werthe von $\mathfrak{W}$ durch eine Verschiebung der Schnittfläche innerhalb des Bereichs der nur temporär magnetisirten Körper, und die Function $\mathfrak{W}$ wird also auch in diesem Falle die ponderomotorische Arbeit auszudrücken geeignet sein, welche bei constant erhaltener Stromintensität aufgewendet werden muss, um die verschiedenen magnetisirten oder magnetisirbaren Körper in der Nähe des Stromleiters zu bewegen. Nur ist dabei die in den obigen Ausdruck von $\mathfrak{W}$ nicht mit aufgenommene Bedingung festzuhalten, dass φ beim Umlauf um den Stromleiter, wenn dessen Stromintensität J ist, um die Grösse $4\pi J$ zunehme.

Zu bemerken ist, dass der Werth von $\mathfrak{W}$ in 2_e, der hier nur durch Betrachtung der zur Herstellung der Magnetisirung aufgewendeten Arbeit gewonnen ist, sich in meiner ersten Abhandlung über Elektrodynamik in der schon citirten Gleichung 20^k als vollständiger Werth der elektrokinetischen Energie galvanischer Ströme gefunden hat. Die dortigen Werthe von λ, μ, ν beziehen sich aber nur auf die durch die Ströme selbst hervorgerufene Magnetisirung, da sie nur den mit den Strömen verschwindenden Theil derselben berücksichtigen. Die Herleitung des Werthes beruht dort auf ganz andern Principien, nämlich auf Berechnung der Wärmeentwickelung durch die Inductionsströme; sie kann für ungeschlossene Ströme problematisch erscheinen, für geschlossene aber hat sie sichere Grundlagen. Wenn im Luftraum

$\mathfrak{H} = 0$ genommen wird, muss ebenda $\frac{\lambda}{\mathfrak{H}}$ durch den Werth der magnetischen Kraft ersetzt werden.

§ 2.

Die auf das Innere dielektrisch polarisirter Körper wirkenden Kräfte.

Um eine Anzahl elektrisirter und entweder leitender oder dielektrisch polarisirbarer Körper aus unendlicher Ferne in eine durch den Index 0 zu bezeichnende Lage zu bringen, brauchen wir die vom Wege unabhängige Arbeit $\mathfrak{W}_0$; um sie in irgend eine andere durch den Index 1 bezeichnete Lage zu bringen, dagegen die Arbeit $\mathfrak{W}_1$; folglich um sie aus der Lage 0 im elektrisirten Zustande in die Lage 1 zu bringen, die Arbeit $\mathfrak{W}_1 - \mathfrak{W}_0$. Diese Verschiedenheit beider Lagen kann auch verschiedene Formen der dielektrischen Körper umfassen, da diese fern von den elektrisirten Körpern, ehe man sie in die Lage 1 überführt, beliebige Formänderungen erleiden können, ohne dass Arbeit gegen elektrische Kräfte zu leisten wäre. Elektrisirte Körper müsste man vorher in kleine Theile zerlegt denken, oder durch Leitung geladen. Beides giebt schliesslich, wie oben gezeigt wurde, denselben Betrag an Arbeit.

Als die zu variirende Normalform von $\mathfrak{W}$ können wir hier die einfachere in 2_d gegebene benutzen, welche nur die Grössen ε, e und φ enthält, nämlich

$$\mathfrak{W} = \iiint \left\{ \varphi . e - \frac{1 + 4\pi\mathfrak{H}}{8\pi} \left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2 \right] \right\} dx.dy.dz \Big\}^{2_d}$$

Wenn sich die dielektrischen Massen bewegen, so ändert sich an den einzelnen Stellen des Raums durch die Bewegung zunächst der Werth von $\mathfrak{H}$. Bezeichnen wir beziehlich mit ξ, η, ζ die Verschiebungen, welche der Punkt x, y, z in Richtung dieser Coordinaten erleidet, und betrachten wir vorläufig ξ, η, ζ und $\mathfrak{H}$ als continuirliche Functionen der Coordinaten mit dem Vorbehalt, Fälle von sprungweiser Änderung dieser Grössen an einzelnen Flächen nach gefundener Lösung als Grenzen einer immer jäher werdenden continuirlichen Änderung zu betrachten: so würde nach der Verschiebung die durch dieselbe eingetretene Änderung des Werthes

von ϑ im Raumpunkte x, y, z, wenn wir mit σ die Dichtigkeit der Substanz bezeichnen, sein:

$$\delta\vartheta = -\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\cdot\xi - \frac{\partial\vartheta}{\partial y}\cdot\eta - \frac{\partial\vartheta}{\partial z}\cdot\zeta + \frac{\partial\vartheta}{\partial \log\sigma} d.\log\sigma .$$

Es ist aber nach bekannten Sätzen

$$d\log\sigma = -\frac{\partial\xi}{\partial x} - \frac{\partial\eta}{\partial y} - \frac{\partial\zeta}{\partial z} .$$

Bezeichnen wir die von der Art der Substanz abhängige Constante

$$\frac{\partial\vartheta}{\partial\log\sigma} = \theta ,$$

so wird also

$$\delta\vartheta = -\xi\cdot\frac{\partial\vartheta}{\partial x} - \eta\cdot\frac{\partial\vartheta}{\partial y} - \zeta\cdot\frac{\partial\vartheta}{\partial z} - \theta\left[\frac{\partial\xi}{\partial x} + \frac{\partial\eta}{\partial y} + \frac{\partial\zeta}{\partial z}\right] . \quad \}3$$

Ebenso wird sein, wenn sich ε mit den Körpern bewegt:

$$\delta\varepsilon = -\xi\cdot\frac{\partial\varepsilon}{\partial x} - \eta\cdot\frac{\partial\varepsilon}{\partial y} - \zeta\cdot\frac{\partial\varepsilon}{\partial z} - \varepsilon\left[\frac{\partial\xi}{\partial x} + \frac{\partial\eta}{\partial y} + \frac{\partial\zeta}{\partial z}\right]$$

oder

$$-\delta\varepsilon = \frac{\partial}{\partial x}(\varepsilon\xi) + \frac{\partial}{\partial y}(\varepsilon\eta) + \frac{\partial}{\partial z}(\varepsilon\zeta) . \quad . \quad \} 3_a$$

Wenn wir nun die Variation von $\mathfrak{W}$ zunächst so vollziehen, dass an jeder Stelle des Raums die Werthe von φ ungeändert bleiben, so sind im Werthe von $\mathfrak{W}$ nur ϑ und ε in dem angegebenen Betrage zu variiren. Variiren wir nachher die Werthe von φ so, dass diese in die von dem neuen Gleichgewichtszustande verlangten Werthe übergehen, so ändert dies unter den gemachten Voraussetzungen nicht mehr den Betrag der gesammten Variation, da

$$\delta_\varphi \mathfrak{W} = 0 .$$

Der Energievorrath also wächst auch bei erhaltenem Gleichgewichtszustande um den durch Variirung von ϑ und ε erhaltenen Betrag von $\delta\mathfrak{W}$, während gleichzeitig die durch die Magnetisirung hervorgebrachten ponderomotorischen Kräfte X, Y, Z ihre Arbeit leisten. Das Princip von der Constanz der Energie verlangt:

$$\delta\mathfrak{W} + \int\int\int [X.\xi + Y.\eta + Z.\zeta]\, dx.dy.dz = 0 \quad . \quad . \quad \} 3_b$$

Berechnen wir $\delta\mathfrak{W}$ aus 2_d, so kann die Gleichung 3_b nicht erfüllt sein, wenn nicht zusammengefasst unter ein Integralzeichen die mit ξ, η, ζ multiplicirten Factoren einzeln gleich Null sind. Also die erste dieser Gleichungen ist:

$$\left.\begin{aligned} 0 = X + \varepsilon\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \tfrac{1}{2}\frac{\partial\vartheta}{\partial x}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] \\ - \tfrac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left\{\vartheta\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]\right\} \end{aligned}\right\} 4$$

Die analogen Ausdrücke für Y und Z sind leicht zu bilden. Der hier gefundene Werth dieser Componenten umfasst nun alle die elektrischen Einflüsse zusammengenommen, welche auf die Volumeneinheit der Substanz am Orte x, y, z einwirken. Diese können zum Theil directe Wirkungen entfernter Theile, zum Theil Wirkungen aus nächster Nähe sein. Wie man die Theilung zwischen beiden ausführt, ist einigermaassen willkührlich. Die Molecularkräfte müssen den Bedingungen unterworfen sein, welche das Princip von der Gleichheit der Action und Reaction stellt, und die aus der Theorie der elastischen Körper bekannt sind. Bezeichnen wir nämlich mit A Kräfte, die in Richtung der x, mit B solche die Richtung der y, mit C solche die in Richtung der z fallen; mit dem Index x solche die auf die Einheit einer der yz Ebene parallelen Fläche von Seite der positiven x wirken u. s. w., so muss sein

$$\left.\begin{aligned} A_y &= B_x \\ B_z &= C_y \\ C_x &= A_z \end{aligned}\right\} \quad \cdots\cdots\cdots \Big\}4_a$$

Die auf die Flächeneinheit einer Ebene, deren Normale die Winkel a, b, c mit den positiven Coordinataxen macht, auf Seite dieser Normale wirkenden Kräfte, müssen eben deshalb sein:

$$\begin{aligned} A_n &= A_x\cdot\cos a + A_y\cdot\cos b + A_z\cdot\cos c\,, \\ B_n &= B_x\cdot\cos a + B_y\cdot\cos b + B_z\cdot\cos c\,, \\ C_n &= C_x\cdot\cos a + C_y\cdot\cos b + C_z\cdot\cos c\,. \end{aligned}$$

Die auf die Volumeneinheit des inneren Raumes wirkenden Kräfte ergeben sich dann in der Form

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{\partial}{\partial x}\cdot A_x + \frac{\partial}{\partial y}\cdot A_y + \frac{\partial}{\partial z}\cdot A_z \\ Y &= \frac{\partial}{\partial x}\cdot B_x + \frac{\partial}{\partial y}\cdot B_y + \frac{\partial}{\partial z}\cdot B_z \\ Z &= \frac{\partial}{\partial x}\cdot C_x + \frac{\partial}{\partial y}\cdot C_y + \frac{\partial}{\partial z}\cdot C_z \end{aligned}\right\} \quad \ldots \quad 4_b$$

Die Frage der Rückführung auf Molecularkräfte gestaltet sich also dahin, ob es möglich ist, die gefundenen Werthe von X, Y, Z in die Form 4_b mit Einhaltung der Bedingungen 4_a zu bringen, wobei die Grössen A, B, C nur von dem örtlichen Zustande der dielektrischen Polarisation abhängen dürfen.

Nun kann man in der That die in 4 gegebenen Kräfte gänzlich auflösen in Molecularkräfte von der Form 4_b.

Um diese Reduction auszuführen, dient folgende Umformung:

Gleichungen 1 und 1_a ergeben:

$$\left.\begin{aligned} -4\pi\varepsilon = \frac{\partial}{\partial x}\left[(1+4\pi\mathfrak{S})\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[(1+4\pi\mathfrak{S})\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right] \\ + \frac{\partial}{\partial z}\left[(1+4\pi\mathfrak{S})\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right] \end{aligned}\right\} \; 4_c$$

daraus folgt, dass

$$\left.\begin{aligned} 4\pi\varepsilon\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x} &= -\frac{\partial}{\partial x}\left[(1+4\pi\mathfrak{S})\cdot\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2\right] \\ &- \frac{\partial}{\partial y}\left[(1+4\pi\mathfrak{S})\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right] - \frac{\partial}{\partial z}\left[(1+4\pi\mathfrak{S})\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right] \\ &+ \tfrac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left\{(1+4\pi\mathfrak{S})\cdot\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]\right\} \\ &- 2\pi\cdot\frac{\partial\mathfrak{S}}{\partial x}\cdot\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] \end{aligned}\right\} \; 4_d$$

Drückt man die Differentialquotienten von φ mittels der Gleichungen 1 durch λ, μ, ν aus, so lassen sich die Kräfte X, Y, Z in die Form 4_b bringen, wenn man setzt:

$$\left.\begin{aligned}
A_x &= \frac{1+4\pi\vartheta}{8\pi\vartheta^2}[\lambda^2-\mu^2-\nu^2]+\frac{\theta}{2\vartheta^2}[\lambda^2+\mu^2+\nu^2]\\
B_y &= \frac{1+4\pi\vartheta}{8\pi\vartheta^2}[-\lambda^2+\mu^2-\nu^2]+\frac{\theta}{2\vartheta^2}[\lambda^2+\mu^2+\nu^2]\\
C_z &= \frac{1+4\pi\vartheta}{8\pi\vartheta^2}[-\lambda^2-\mu^2+\nu^2]+\frac{\theta}{2\vartheta^2}[\lambda^2+\mu^2+\nu^2]\\
A_y &= B_x = \frac{1+4\pi\vartheta}{4\pi\vartheta^2}\cdot\lambda\mu\\
B_z &= C_x = \frac{1+4\pi\vartheta}{4\pi\vartheta^2}\cdot\mu\nu\\
C_x &= A_z = \frac{1+4\pi\vartheta}{4\pi\vartheta^2}\cdot\nu\lambda
\end{aligned}\right\} 4_e$$

oder auch

$$A_x = \frac{1+4\pi\vartheta}{8\pi}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2-\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2-\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right] + \frac{\theta}{2}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]$$

etc.

$$A_y = B_x = \frac{1+4\pi\vartheta}{4\pi}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial y}$$

etc.

Man kann diese Kräfte auch zusammengefasst denken in

1) einen Druck, der überall in Richtung der nach aussen gewendeten Normale jeder Grenzfläche wirkt im Betrage von

$$\frac{1+4\pi(\vartheta-\theta)}{8\pi\vartheta^2}[\lambda^2+\mu^2+\nu^2],$$

2) einer in Richtung der Kraftlinien wirkenden Spannung im Betrage von

$$\frac{1+4\pi\vartheta}{4\pi\vartheta^2}\cdot[\lambda^2+\mu^2+\nu^2]\cdot\cos\eta,$$

wobei mit η der spitze Winkel bezeichnet ist, den die Richtung der elektrischen Kraft mit der Normale der Oberfläche macht.

Bezeichnen wir die Resultante der elektrischen Kraft mit R,

$$R^2 = \frac{1}{\mathfrak{S}^2}(\lambda^2+\mu^2+\nu^2),$$

so ist die hier erwähnte Spannung auch zu setzen gleich

$$\frac{1+4\pi\mathfrak{S}}{4\pi}\cdot R\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial N},$$

und fällt in die Richtung der in das Innere eintretenden Kraftlinie.

In der Form, wie die Werthe der Kräfte hier gefunden sind, passen sie auch ohne Schwierigkeit für den Fall, dass an Grenzflächen der Körper der Übergang in den Werthen der $\mathfrak{S}$ discontinuirlich wird, oder daselbst zusammengedrängte Flächenschichten von Elektricität liegen, da in den Werthen der A, B, C weder die Grösse ε, noch Differentialquotienten von $\mathfrak{S}$ nach den Coordinaten vorkommen. Will man jedoch zur Controlle der Richtigkeit des Verfahrens die an der Grenze verschiedener Substanzen eintretenden Discontinuitäten im Werthe von $\mathfrak{S}$ gleich von vorn herein als solche berücksichtigen, so ist bei der Ausführung der Rechnung zu beachten, dass die oben gebildete Gleichung

$$\delta_\varphi \mathfrak{W} = 0$$

sich nur auf die Variation ersten Grades bezieht. Dem gesammten Betrage der Veränderung von W entspricht dieser Werth von δW aber nur, wenn die Quadrate und Producte der variirten Grössen gegen die Glieder ersten Grades vernachlässigt werden dürfen. Wenn nun eine Körpergrenze, wo zwei Medien zusammenstossen, deren dielektrische Constanten $\mathfrak{S}_1$ und $\mathfrak{S}_0$ sind, und die mit der Flächendichtigkeit e belegt ist, in Richtung der Normale N_0 so weit vorrückt, dass eine Schicht von der Dicke dN, welche bisher die Constante $\mathfrak{S}_0$ hatte, den Werth $\mathfrak{S}_1$ bekommt, so entsteht zunächst bei unveränderten Werthen von φ dadurch eine Änderung von $\mathfrak{W}$, welche beträgt

$$-\int d\omega . dN \left\{\frac{\mathfrak{S}_1-\mathfrak{S}_0}{2}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right]-e\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}\right\}.$$

Bezeichnen wir den grössten Differentialquotienten, den φ in Richtung der Fläche hat, mit $\frac{\partial\varphi}{\partial s}$, so lässt sich dies auch schreiben:

$$-\int d\omega . dN \left\{\frac{\mathfrak{S}_1-\mathfrak{S}_0}{2}\cdot\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial s}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}\right)^2\right]-e\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}\right\}.$$

Denn zunächst, ehe die Werthe von φ auf den neuen Gleichgewichtszustand zurückgeführt sind, herrscht in der betreffenden Schicht noch der alte Werth des dortigen $\frac{\partial \varphi}{\partial N_0}$. Wenn nun dieser Übergang in den Gleichgewichtszustand vor sich geht, tritt in dieser Schicht der Werth des Differentialquotienten $\frac{\partial \varphi}{\partial N_1}$ ein, der der andern Seite der Fläche entspricht, und von jenem wegen der Gleichung

$$-4\pi e = (1+4\pi\vartheta_0)\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial N_0} + (1+\pi\vartheta_1)\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial N_1}\cdot \quad . \quad \Big\} 4_I$$

endlich unterschieden ist. Setzen wir nun

$$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}\right)^2 = \left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_1}\right) - 2\frac{\partial\varphi}{\partial N_1}\cdot\frac{\delta\,\partial\varphi}{\partial N} + \left(\frac{\delta\,\partial\varphi}{\partial N}\right)^2,$$

wo annähernd

$$\frac{\delta\,\partial\varphi}{\partial N} = \frac{\partial\varphi}{\partial N_0} + \frac{\partial\varphi}{\partial N_1},$$

so ist diese Variation des Differentialquotienten in der Schicht von der Dicke dN endlich, und also ihr Quadrat nicht zu vernachlässigen. Die Glieder ersten Grades werden, wenn man von einer Gleichgewichtslage ausgeht, natürlich auch in diesem Falle gleich Null, ob die $\delta\varphi$ verschwindend klein oder endlich sind. Wenn wir aber das quadratische Glied der Variation fortnehmen, wird der Werth der Variation von $\mathfrak{W}$, der von dieser Lagenänderung der Fläche herrührt, nunmehr verändert in:

$$-\int d\omega\,.\,dN\left\{\frac{\vartheta_1-\vartheta_0}{2}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}\right)^2+\left(\frac{\partial\varphi}{\partial s}\right)^2\right]-\frac{1+4\pi\vartheta_1}{8\pi}\left[\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}+\frac{\partial\varphi}{\partial N_1}\right]^2 - e\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}\right\}.$$

Mit Benutzung der Gleichung 4_I für den Werth von e reducirt sich dies auf

$$\int d\omega\,.\,dN\left\{\frac{1+4\pi\vartheta_1}{8\pi}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_1}\right)^2-\left(\frac{\partial\varphi}{\partial s}\right)^2\right] - \frac{1+4\pi\vartheta_0}{8\pi}\left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N_0}\right)^2-\left(\frac{\partial\varphi}{\partial s}\right)^2\right]\right\}.$$

Der von θ unabhängige Theil der nach dem Innern hin normal zur Grenzfläche wirkenden Kraft ergiebt sich hieraus gleich

$$\frac{1+4\pi\mathfrak{S}}{8\pi}\left\{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial N}\right)^2-\left(\frac{\partial\varphi}{\partial s}\right)^2\right\}$$

übereinstimmend mit den in 4_e für die Coordinatebenen gegebenen Werthen. Tangentiale Kräfte ergeben sich ebenfalls, wenn man nachträglich auch noch Verschiebungen der Schicht e in Richtung der Fläche voraussetzt.

In der von Cl. Maxwell gegebenen Darstellung[1]) dieses Kraftsystems fehlt das mit θ multiplicirte Glied. Es ist in unsere von Poisson's Voraussetzungen ausgehende Analyse eingetreten, da wir die Möglichkeit der Dehnung ponderabler Dielektrica mit in Betracht zogen. Für das zwischen den bewegten Körpern liegende Vacuum aber, beziehlich den Luftraum, ist $\mathfrak{S}$ nach Poisson's Voraussetzungen, denen wir hier gefolgt sind, überhaupt gleich Null, und bleibt gleich Null, wie auch die Form und das Volum des Vacuum sich verändern möge. Diese Voraussetzungen impliciren also für das Vacuum auch den Werth $\theta = 0$. In der That ergiebt sich bei Untersuchung dieses Punktes, dass nur in Medien, in denen entweder $\theta = 0$, oder die incompressibel sind, die ponderomotorischen Kräfte genau dieselbe Vertheilung zeigen, wie sie es im Vacuum nach Coulomb's Hypothese thun würden.

Wenn wir nämlich das Medium als eine homogene Flüssigkeit betrachten, die kein eingeleitetes ε enthält, deren Druck p, deren Dichtigkeit σ sei, während P das Potential der äusseren auf die Masseneinheit der Flüssigkeit wirkenden ponderomotorischen Kräfte (z. B. Schwere) darstellt: so sind die Bedingungen des Gleichgewichts:

$$X = \frac{\partial p}{\partial x} + \sigma\cdot\frac{\partial P}{\partial x},$$

$$Y = \frac{\partial p}{\partial y} + \sigma\cdot\frac{\partial P}{\partial y},$$

$$Z = \frac{\partial p}{\partial z} + \sigma\cdot\frac{\partial P}{\partial z}.$$

---

[1]) **Electricity and Magnetism.** Vol. I. §§ 104—107. Oxford. 1873.

In einer homogenen Flüssigkeit werden ϑ und σ nur vom Drucke p abhängen, und da

$$\theta = \frac{\partial \vartheta}{\partial . \log \sigma},$$

so können wir die erste jener Gleichungen mit Berücksichtigung von 4 schreiben:

$$\frac{\partial p}{\partial x} + \sigma \cdot \frac{\partial P}{\partial x} = -\frac{\theta}{2\vartheta^2}(\lambda^2+\mu^2+\nu^2)\frac{1}{\sigma}\cdot\frac{\partial \sigma}{\partial x} + \tfrac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left\{\frac{\theta}{\vartheta^2}(\lambda^2+\mu^2+\nu^2)\right\}$$

oder wenn wir statt des Druckes p die Function Ψ von σ einführen, für welche:

$$\frac{\partial \Psi}{\partial \sigma} = \frac{1}{\sigma}\cdot\frac{\partial p}{\partial \sigma},$$

so erhalten wir aus den drei obigen Gleichungen des Gleichgewichts die eine Integralgleichung

$$\Psi + P + C = \frac{\theta}{2\sigma}\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2\right] \cdot \cdot \Big\} \; 4_f$$

welche anzeigt, dass unter Einwirkung der gefundenen Kräfte auch flüssige Medien im Gleichgewicht sein können; ferner, dass wenn $\theta = 0$, Druckunterschiede innerhalb der Flüssigkeit durch die elektrischen Kräfte überhaupt nicht hervorgebracht werden.

Ist die Flüssigkeit incompressibel, so ist

$$\Psi = \frac{p}{\sigma}$$

und die elektrische Polarisirung bringt dann also neben den sonst schon bestehenden Druckunterschieden, den Druck

$$p_e = \frac{\theta}{2}\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z}\right)^2\right]$$

hervor. An der Grenze des Medium tritt diesem aber der ebenso grosse von θ abhängige Theil der Oberflächenkraft entgegen, den die Gleichungen 4_e anzeigen. Auf die jenseits der Grenze gelegenen Körper hat der von θ abhängende Druck also unter diesen Bedingungen gar keinen Einfluss. Es ist dies das folgerichtige Ergebniss der Betrachtung, durch welche θ eingeführt wurde. Dies geschah in der Voraussetzung, dass die Substanz durch Dichtigkeitsänderungen Änderungen ihrer dielektrischen Constante erleiden

könnte. Ist sie incompressibel, so ist diese Möglichkeit wirkungslos.

Nur in einem Medium, in welchem ϑ constant, in welchem also entweder $\theta = 0$ oder σ constant ist, ergiebt die Gleichung 4_c für $\varepsilon = 0$ auch

$$\Delta\varphi = 0,$$

wie es nach Coulomb's Theorie im leeren Raume stattfinden muss. In einem anders beschaffenen Medium, für welches beide genannte Annahmen nicht zuträfen, würde auch die Differentialgleichung für φ sich ändern.

Auf temporär magnetisirte Substanzen sind die hier vorgetragenen Sätze ebenfalls zu übertragen, aber mit Ausschluss der Formänderungen permanenter Magnete, da wir nicht wissen, ob die Gleichung 3_a auf das Verhalten von solchen anwendbar ist.

In der Form 4_c sind die Fernkräfte ganz verschwunden, und ersetzt durch die Reactionen des polarisirten Medium. Es ist dies die Anschauungsweise von Faraday und Cl. Maxwell, die auch in dem von ponderabler Substanz leeren Raume den Äther als Träger dieser Spannungen betrachten.

Man kann aber auch die zweierlei Ursachen neben einander bestehen lassen, wenn man die directen Fernwirkungen nicht aufgeben will. Da nämlich die Dichtigkeit der freien Elektricität im Raume dargestellt werden kann durch

$$-\frac{1}{4\pi}\Delta\varphi,$$

und wir die identische Gleichung bilden können

$$0 = \frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\Delta\varphi - \frac{\partial}{\partial x}\left[\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right] - \frac{\partial}{\partial y}\left[\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right] - \frac{\partial}{\partial z}\left[\frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right] + \tfrac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x}\left\{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)^2\right\},$$

so können wir diesen Ausdruck mit 4π dividirt zum Werthe von X addiren, ohne diesen zu verändern. Dann ist

$$X = \frac{\partial\varphi}{\partial x}\cdot\frac{\Delta\varphi}{4\pi} + \frac{\partial}{\partial x}(\mathfrak{A}_x) + \frac{\partial}{\partial y}(\mathfrak{A}_y) + \frac{\partial}{\partial z}(\mathfrak{A}_z) \ . \ . \ . \Big\} 5$$

$$\left.\begin{aligned} \mathfrak{A}_x &= \frac{1}{2\mathfrak{S}}(\lambda^2-\mu^2-\nu^2)+\frac{\theta}{2\mathfrak{S}^2}(\lambda^2+\mu^2+\nu^2)\ \ldots \\ &\text{etc.} \\ \mathfrak{A}_y &= \mathfrak{B}_x = \frac{1}{\mathfrak{S}}\lambda\mu\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\text{etc.} \end{aligned}\right\} 5_a$$

und da $\frac{\lambda^2}{\mathfrak{S}} = \mathfrak{S}\cdot\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x}\right)^2$ etc., so fallen im Raume, wo $\mathfrak{S}=0$ die molecularen Spannungen fort. Diese wirken nur in den ponderablen Dielektricis, und neben ihnen die Fernwirkungen der freien Elektricität, welche in dem ersten Gliede des Werthes von X angezeigt werden. Dass die von der Theorie angezeigten dehnenden Kräfte quer gegen die Kraftlinien bestehen, ist durch die von Herrn G. Quincke kürzlich veröffentlichten Versuche für eine Reihe von Substanzen erwiesen worden [1]).

Eine Prüfung des Gesetzes der Anziehungen im Innern einer dielektrischen Flüssigkeit (Terpenthinöl) ist von Herrn P. Silow schon im Jahre 1875 im hiesigen physikalischen Institute ausgeführt worden [2]).

Schliesslich mache ich noch darauf aufmerksam, dass die in 2_d gegebene einfachere Normalform von $\mathfrak{W}$ unverändert bleibt, wenn wir in ihr alle Coëfficienten $(1+4\pi\mathfrak{S})$ sowie θ mit derselben Zahl N^2 multipliciren, dagegen alle Werthe von φ durch N dividiren, ε und e dagegen mit N multipliciren. Da nun aus dem Werthe von $\mathfrak{W}$ sowohl die Gesetze der Vertheilung der Potentialwerthe im Raume, wie die Werthe der ponderomotorischen Kräfte hergeleitet werden, so bleiben diese alle unverändert, wie übrigens auch die oben in 4_c aufgestellte Gleichung für ε und die Werthe für die Kräfte (S. 206 hinter 4_e) erkennen lassen. Dadurch reducirt sich aber in den Gleichungen 5 der auf directe Fernwirkung der freien Elektricität zurückgeführte erste Theil der Kraft auf $\frac{1}{N^2}$, so dass in dem Maasse, wie N^2 grösser wird, die directe Fernwirkung immer

---

[1]) Poggendorff's Annalen. Bd. 156. S. 389.

[2]) Wiedemann's Annalen. Bd. X. S. 161. 374. 513.

mehr gegen den von den dielektrischen Medien übertragenen Theil verschwindet. Das Quantum der freien Elektricität, gemessen durch $\Delta\varphi$ reducirt sich ebenfalls auf $\frac{1}{N}$ seines früheren Werthes. Für grosse Werthe von N verschwindet also freie Elektricität und Fernwirkung, was zu Maxwell's Theorie hinüberführt. Diese Sätze, die ich schon am Schlusse meiner ersten Abhandlung über Elektrodynamik aufgeführt habe, bestätigen sich also hier auch der vollständigeren Analyse der ponderomotorischen Kräfte gegenüber.

Hr. du Bois-Reymond legte

Experimentelle Beiträge zur Physiologie des Kaninchenhirnes und seiner Nerven

von Hrn. Prof. Arthur Christiani vor.

I.

Über Athmungscentren und centripetale Athmungsnerven.

Hr. E. du Bois-Reymond pflegt seit einigen Jahren in seinen Vorlesungen eine Beobachtung des Hrn. Werner Siemens mitzutheilen, wonach die Arbeiter bei Versuchen über elektrisches Licht über Übelkeit und auch wohl über Erbrechen zu klagen haben, besonders wenn das Licht intermittirend wirkt. Er hält es nicht für unmöglich, dass bei der sogenannten Bergkrankheit (*puña*) die Blendung durch den Schnee eine ähnliche Rolle spiele. Diese und ähnliche Beobachtungen mussten die Vorstellung erwecken, dass Reflexe vom Nervus opticus auf den Vagus vorkommen. Ich nahm mir vor, dieser Vorstellung experimentell nachzugehen, und reizte daher an Kaninchen zunächst den in der Orbita frei präparirten Sehnerven, sowie die daselbst liegenden Trigeminuszweige, beide Nervenarten wohl von einander gesondert, mittels so schwacher Inductionsströme bei Helmholtz'scher Anordnung, dass in die Tiefe greifende Stromschleifen ausgeschlossen erscheinen durften.

Der Erfolg der Reizung des Opticus war ein zweifacher: Beeinflussung der Athmung sowohl, wie Veränderung der Herzthätigkeit bis zum Stillstande.

Opticus und Trigeminus unterschieden sich dabei wesentlich von einander, indem die elektrische Reizung des Ersteren beschleunigend auf die Athmung, bezüglich inspiratorisch, wirkte, und zwar, wenn auch weniger ergiebig, so doch ganz nach Art des von Traube und von Rosenthal am Halse des Kaninchens gereizten centralen Vagusendes, während die Beeinflussung der Athmung durch Trigeminusreizung ganz im Gegensatz, also nur im exspiratorischen Sinne erfolgte.

Diesen Reizungen besagter Hirnnerven in der Orbita liess ich solche an der Basis cranii folgen, an Kaninchen, denen ich ohne Unterbindung der Carotiden Grosshirnhemisphären und Streifenhügel vollständig entfernte. Der Erfolg der intracraniellen Reizung war im Wesentlichen derselbe, wie der der orbitalen. Auch der adäquate Reiz für den Opticus, das Licht, ergab in Bezug auf die Athmung vor und nach Enthirnung beschleunigende und inspiratorische Wirkung, und zwar war dieser Erfolg nach Enthirnung bei weitem ausgiebiger, als vor derselben.

Den eben beschriebenen entsprechende Resultate wurden auch durch mechanische Reizungen des Sehnerven und des Quintus erzielt.

Nichts lag nunmehr wohl näher als die Prüfung des durch seinen adäquaten Reiz erregten Acusticus bezüglich etwaiger respiratorischer Fähigkeiten. Das Ergebniss der Versuche entsprach durchaus dem der optischen Reizungen: auch der Acusticus wirkte, wie Traube's centraler Vagusstumpf, stets inspiratorisch. Nur war die Erregbarkeitserhöhung für acustische Reflexe auf die Athmung nach Entfernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel noch ausgesprochener, als die für optische Athemreflexe. Freilich mag dieser Unterschied lediglich darin begründet sein, dass mechanische Insulte des Sehnervenverlaufes bei der Enthirnung schwerer zu vermeiden sind.

Wenngleich durch Anwendung des adäquaten und des mechanischen Reizes auf den Opticus respiratorisch dasselbe erreicht war, als durch die elektrische Reizung, so wurde trotzdem immer noch dem Verdachte Raum gegeben, dass es sich bei den intracraniellen elektrischen Reizungen um Stromschleifen gehandelt haben könnte,

welche nach dem Vaguskerne, oder sonst wohin, sich ergossen hätten.

Es wurden daher die dem Tractus opticus nahe gelegenen Hirntheile mit Strömen gleicher Art und Stärke, wie zuvor der Opticusstamm selbst, gereizt. Hierbei zeigten nun die dem Sehnerventract benachbarten Theile keine Wirkung auf die Athmung; nur in der Mitte nach vorn zu liess auch das Äussere der Thalami optici eine schwächere inspiratorische Wirkung erkennen. Im Innern aber enthielten die Sehhügel eine ganz circumscripte Stelle in geringer Höhe über dem Boden, in der Seitenwand des dritten Ventrikels, nahe den Vierhügeln, eine Stelle, deren mechanische, thermische oder elektrische Reizung mit grösster Präcision, je nach der Stärke des Reizes und dem Grade der Erregbarkeit, Stillstand des Zwerchfelles in Inspiration oder inspiratorisch vertiefte und beschleunigte Athmung verursachte. Trennt man durch einen genau in der Medianebene bis auf die Basis cranii geführten Schnitt die Sehhügel von einander, indem man in den Ventrikel eingehend und von dem hinteren Ende desselben beginnend ein Messerchen nach vorn hin durch den ganzen noch vorliegenden Gehirnstumpf treten lässt, und klappt man dann die Sehhügel auseinander, so lässt sich jederseits eine kleine Stelle von ungefähr einem Cubikmillimeter Inhalt in besagter Gegend nachweisen, welche gereizt die genannte Einwirkung auf die Athmung zeigt.

Von dem Effecte der centralen Vagusreizung am Halse unterscheidet sich der Reizungserfolg an dieser von mir „Inspirationscentrum des dritten Ventrikels" genannten Stelle wesentlich dadurch, dass unter gewöhnlichen Umständen und bei nicht zu starkem Reize die Athmung nicht unter Verflachung beschleunigt erscheint, sondern dass bei ausserordentlicher Beschleunigung eine bedeutende Vertiefung der Athemzüge nach beiden Richtungen hin hervorgerufen wird. Hierbei sieht man dann auch ein überraschend lebhaftes Spiel der concomitirenden Athembewegungen, namentlich fällt auch die starke rhythmische Mitbewegung des Schwanzes auf.

Eine solche in inspiratorischer und exspiratorischer Richtung gleichmässige Vertiefung kann auch ohne Vermehrung der Athemfrequenz, z. B. bei hochgradiger Anaemie des Thieres nach absichtlicher Öffnung der Carotiden, auf Reizung dieser Stelle eintreten.

Nach beendeter Reizung des Inspirationscentrums zeigt sich

übrigens häufig ein kürzerer compensatorischer Stillstand in gewöhnlicher, zuweilen aber auch in activer, Exspiration.

Am besten wird man das beschriebene Centrum bilateral reizen, indem man, wie ich es zu thun pflege, mit einem zu einer feinen Sonde vereinigten Elektrodenpaare von etwa Stecknadelkopfgrösse nach Entfernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel an der hinteren Wand des dritten Ventrikels von oben her vorsichtig in die Höhle des letzteren bis zu einer Tiefe von etwa zwei Millimeter über dem Boden eingeht. Schon die Eröffnung des bis dahin noch durch die Tela chorioidea superior von oben her geschlossenen Ventrikels und der durch das Eindringen der Sonde gesetzte mechanische Reiz genügen, um die Athmung in der dem schwächer elektrisch gereizten Inspirationscentrum zukommenden Weise zu modificiren. Wurde, was nicht geschehen sollte, bereits bei Wegnahme der Grosshirnhemisphären die den oberen Verschluss des Ventrikels bildende Gefässhaut zerrissen, so zeigte sich nach beendeter Operation die Athmung beschleunigt und vertieft, oder auch nur vertieft, gegen die vor der Operation am intacten Thiere wahrgenommene. Wenn aber diese vorzeitige Ventrikeleröffnung, sowie jeder noch so geringe Druck auf die Thalami und vor Allem auch auf die Vierhügel vermieden worden war, so pflegte die Athmung nach der Enthirnung sich nur durch eine geringe Vertiefung, mitunter auch gar nicht, von der normalen zu unterscheiden.

Zur elektrischen Reizung kann und muss man sich nur ausserordentlich schwacher Ströme bedienen; sind die angewandten Ströme zu stark oder weicht man etwas zu weit nach vorn ab, so erhält man leicht bei tiefstem Inspirationsstillstande starke Action der Strecker und allgemeinen Tetanus. Bei der elektrischen Reizung des Bodens des dritten Ventrikels kommt auch das Herz zum Stillstande und verengert sich die Pupille, wenn man nicht zu weit nach vorn hin reizt; anderenfalls tritt starke Pupillenerweiterung ein[1]). Für den Fall der gewöhnlichen, physiologischen Erregung scheint das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels mit dem pupillenerweiternden Centrum daselbst associirt zu sein. So wirkt z. B. Reizung des Acusticus durch Schreien in's Ohr pupillenerweiternd (Westphal, Claude Bernard), und so erregt dyspnoë-

[1]) Entsprechende Resultate bezüglich der Pupillenänderungen erhielten am Hunde Hensen und Völckers, Arch. f. Ophthalm. XXIV S. 1—26.

tische Blutmischung beide Centren. Opticusreizung hat allerdings neben inspiratorischem Antriebe Pupillenverengerung zur Folge.

Auch toxisch, z. B. durch Strychnin, werden beide Centren, das inspiratorische und das pupillenerweiternde, gleichzeitig mit einander erregt. Schon geringe Mengen des genannten Alcaloides erzeugen, local in den dritten Ventrikel applicirt, Vermehrung und Vertiefung der Respiration mit Übergang in Inspirationsstillstand bei erweiterten Pupillen, und äusseren Reizen gegenüber zeigt sich, dass das Strychnin die Erregbarkeit des Inspirationscentrums enorm erhöht hat. Bei etwas grösseren, local beigebrachten, Dosen folgt unter den bekannten Vorboten allgemeiner Tetanus, der durch Entfernung der Sehhügel coupirt wird. In der Chloralnarkose dagegen zeigt sich das Inspirationscentrum in seiner Erregbarkeit ausserordentlich herabgesetzt und die Pupille verengt. Ja es erscheint sogar wahrscheinlich, dass die geringe Frequenzvermehrung der Athmung, welche man auf elektrische Reizung des dritten Ventrikels bei tiefster Chloralnarkose erhält, überhaupt nicht mehr durch Erregung des dort gelegenen Inspirationscentrums, sondern durch Erregung von tiefer gelegenen inspiratorischen Ganglien zu Stande kommt. Doppelte Vagisection ändert am respiratorischen Verhalten des gereizten Inspirationscentrums des dritten Ventrikels nichts: das Herz fährt aber unter diesen Umständen fort zu schlagen.

Die mechanische Zerstörung des genannten Centrums ist bei der Umschriebenheit desselben sehr leicht, und bei unvorsichtigem Eindringen mit einer gröberen Sonde nur zu häufig wider Willen herbeigeführt. Sicher entfernt man dasselbe, indem man es mittels einer Troicarthülse von 3—4^{mm} Durchmesser ausstanzt, und zwar hat man sich bei Durchstechung der Thalami hart am vorderen Rande der Corpora quadrigemina anteriora und genau in der Mitte zu halten; auch hat man Acht zu geben, dass die Sehhügel nicht seitlich ausweichen: man wird daher zweckmässig verfahren, wenn man bei einer etwaigen Reizung vor dem Ausstechen den Ventrikel möglichst wenig erweitert.

Vor und besser noch nach Entfernung dieses Inspirationscentrums lässt sich ein in exspiratorischem Sinne wirksames Centrum in der Substanz der vorderen Vierhügel, dicht unter und neben dem Aquaeductus Sylvii, nachweisen. Seine Reizung bewirkt, vor wie nach doppelter Vagisection, das Auftreten explosiver, activer Exspirationsstösse oder Stillstand in gewöhnlicher oder

in activer Exspiration. Nach beendeter Reizung pflegt compensatorisch Beschleunigung in Inspiration zu erscheinen, und dabei tritt häufig ein eigenthümliches Schreien auf, welches aus mehreren einzelnen Stössen bestehend der Athemcurve eine charakteristische Form ertheilt. Genau dasselbe Schreien bemerkt man, für Auge und Ohr gleich erkenntlich, nach Trigeminusreizung. Übrigens sind die activen Exspirationsstösse, welche auf Trigeminusreizung folgen, ergiebiger nach der Zerstörung des Inspirationscentrums des dritten Ventrikels, als vor derselben. Dem Exspirationscentrum der vorderen Vierhügel ist das pupillenverengernde Centrum associirt.

Sehr bemerkenswerth erscheint die aus meinen Beobachtungen hier anzureihende Thatsache, dass das Inspirationscentrum des dritten Ventrikels auch in der Apnoë erregbar bleibt. Reizt man dasselbe während letzterer elektrisch, so erfolgt eine besonders stark ausgesprochene exspiratorische Compensation nach beendeter Reizung, so dass in der Apnoë vermehrte Erregbarkeit und Erregung des Hemmungscentrums zu Stande kommen dürfte. Hiermit stimmen ebenfalls von mir gemachte Beobachtungen gut überein, denen zufolge Thiere nach Fortnahme der oberen Hemmungen für die Athmung (Vierhügel und Pons) nur schwer apnoëtisch zu machen sind [1]).

Auch durch Chloralhydrat, welches das Inspirationscentrum lähmt, wird die Erregbarkeit des Exspirationscentrums in den vorderen Vierhügeln eher vermehrt als vermindert, dagegen bringt Strychnin eine starke Herabsetzung der Erregbarkeit des Exspirationscentrums hervor; wenigstens ist es mir bis jetzt nicht gelungen an strychninisirten Thieren durch Reizung des Aditus ad aquaeductum Sylvii Exspiration herbeizuführen.

In solchen Fällen, wo das Inspirationscentrum der Thalami auf mechanischem oder toxischem Wege, oder durch längere elektrische Reizung zerstört oder gelähmt, das Exspirationscentrum aber intact geblieben oder gar erregbarer gemacht ist, tritt auf

---

[1]) Dass Thiere, denen ausser der Medulla noch die Vagi durchschnitten sind, schwieriger apnoëtisch zu machen sind, als gesunde, haben Kronecker und Marckwald beobachtet (E. du Bois-Reymond's Archiv 1880 S. 443).

einigermaassen starke und ausgedehnte Reizung des Exspirationscentrums der vorderen Vierhügel oder des Nervus trigeminus, auch auf Durchschneidung des letzteren, leicht eine plötzliche letale Hemmung der Athmung ein: das Thier stirbt im Exspirationsstillstande, „durch Shock". Solch mehr oder minder plötzlicher Tod durch Hemmung der Athmung tritt daher auch leicht ein bei Schnittführung ante corpora quadrigemina, oder, wenn der Schnitt durch die vordere Schicht der Corpora quadrigemina anteriora nach unten in den vorderen Rand des Pons verläuft. Dagegen wird ein zwischen vorderen und hinteren Vierhügeln angelegter und nach unten hin gleich dem eben erwähnten endender Schnitt ohne Gefahr für die Weiterathmung ertragen.

Auf dem letztgedachten Schnitte lässt sich ein zweites, wie ich später erfuhr, bereits von Martin und Booker[1]) beschriebenes Inspirationscentrum localisirt reizen, und zwar in sehr viel reinerer Weise, als vor der Entfernung der Corpora anteriora wegen der nun nicht mehr stattfindenden Miterregung des von mir in den letzteren aufgefundenen, so sehr benachbarten Exspirationscentrums.

Die Schnittführung zwischen den vorderen und hinteren Vierhügeln wirkt übrigens analog der Öffnung des dritten Ventrikels.

Durch Fortnahme des kleinen Gehirnes wird die Athmung der Thiere nicht merklich alterirt.

Auch Sectio post corpora quadrigemina ohne tiefere Verletzung des Pons wird gut ertragen: nachdem der durch den Eingriff hervorgerufene Sturm sich gelegt hat, athmen die Thiere noch Stunden lang in einem maschinenartig regelmässigen, vom normalen wenig oder gar nicht verschiedenen Typus weiter. Maschinenartig regelmässig ist die Athmung nach dieser Schnittlegung dann, wenn tactile Hautreize und Reizung schmerzführender Fasern vermieden werden. Die Psychoreflexe, die acustischen und optischen Reflexe auf die Athmung sind bereits ausgefallen. Vom Trigeminus aus erhält man allerdings noch active Exspirationen, aber bei weitem schwächere, als in den Fällen, wo die Vierhügel noch stehen. Bedeutend verstärkt erscheinen dagegen die Reflexe auf die Athmung von den tactilen (inspiratorischen) und den schmerzführenden (ex-

[1]) Johns Hopkins University Studies from the biological laboratory Baltimore 1879.

spiratorischen) Fasern des Rumpfes. So erregt leichte mechanische Reizung der Fusssohlen vermehrte Inspiration, dagegen Kneifen des Schwanzes und des Schenkels stets Exspirationsstillstand und zwar meist in activer Exspiration. In gleicher Weise exspiratorisch wirkt Anblasen des Rückens mit dem Munde.

Tiefere Verletzungen des Pons bei der Sectio post corpora quadrigemina pflegen dagegen nach wenigen Athemzügen zum Tod zu führen: es überwiegen dann wiederum exspiratorische Hemmungen. So pflegen namentlich quere, die ganze Dicke des Pons nahe der Mitte durchsetzende Verletzungen den Hemmungen das Übergewicht zu verschaffen.

Fortnahme des Pons durch scharfen Schnitt bringt gewöhnlich vorübergehende Beschleunigung der Athmung hervor. Die Thiere starben aber, ohne dass nennenswerther Blutverlust aufgetreten wäre, spätestens eine halbe Stunde nach Entfernung des Pons unter zunehmender Verminderung der Athemfrequenz durch Auftreten immer grösser und grösser werdender exspiratorischer Pausen wenn nicht vorübergehend künstliche Athmung oder leichte Strychninisirung (nach Rokitansky und Langendorff) angewendet wurde.

Directe elektrische Reizungen des Pons und der Medulla oblongata geben gar keine oder unbestimmmt schwankende respiratorische Resultate. Am vorderen Rande des Pons pflegen bei den meisten Individuen inspiratorische Erfolge zu überwiegen.

Im Pons und vollends in der Medulla oblongata, so möchte ich nach meinen bisherigen Erfahrungen annehmen, liegen, durch Reizungsversuche nicht mehr scharf von einander trennbar, die Ausläufer der drei oberen in den Seh- und Vierhügeln enthaltenen Centren, also die Ausläufer des inspiratorischen Centrums im dritten Ventrikel, die des Martin-Booker'schen und endlich die des Exspirationscentrums der vorderen Vierhügel.

Die Folgen der verschiedenen Schnitte hängen übrigens, abgesehen von dem Alter der Thiere und von dem Orte der Führung wesentlich davon ab, mit welcher Geschwindigkeit sie geführt sind, ob dieselben scharf oder quetschend angelegt werden und mit welcher Schnelligkeit sie auf einander folgen, wenn eben mehrere Schnitte hinter einander ausgeführt werden. Die hier gegebene Darstellung der respiratorischen Folgezustände nach Schnitten verschiedener Höhe ist auf Grund einer grossen Reihe möglichst

gleichmässig geführter Schnitte gegeben, welche an Thieren nicht unter vier und nicht über neun Monat vollzogen wurden. Immer machte die Entfernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel den Anfang.

Die Aussicht, der Vivisection unterworfene Thiere trotz vorschreitender Enthirnung längere Zeit am Leben zu erhalten, wächst bis zu einer gewissen Grenze mit der Zeit, die wir zwischen den einzelnen Schnitten verfliessen lassen, vorausgesetzt, dass wir stark überwiegende Hemmungsschnitte überhaupt vermeiden. Dieser günstige Einfluss des Vorschreitens in grösseren Pausen bei der Enthirnung ist leicht erklärlich. Einmal werden ja die Thiere, wenn sie lange aufgebunden sind, kaltblütig, und zweitens werden tiefer gelegene, inspiratorisch wirkende, Ganglien nur allmählig für die ausgefallenen höheren in sufficienter Weise vicariirend eintreten können.

Im Allgemeinen wirken Schnitte, welche Überwiegen der exspiratorischen Hemmung durch Fortfall inspiratorisch wirkender Theile setzen, auf die Gestalt der Athemcurve ganz ähnlich ein, wie doppelte Vagisection es bei nichtenthirnten Thieren und bei Thieren, denen das Grosshirn bis zu den Sehhügeln hin entfernt ist, zu thun pflegt. So zeigen Curven bei der Schnittführung durch die vorderen Vierhügel und bei Exstirpation des Inspirationscentrums des dritten Ventrikels, sowie bei gewissen Querverletzungen des Pons verlängerte abgerundete Inspirationsgipfel[1]), und es treten auch wohl exspiratorische Pausen auf.

Werden die exspiratorisch wirkenden Theile auf toxischem Wege erregbarer gemacht bei gleichzeitiger Herabsetzung der Erregbarkeit der inspiratorischen, so erscheint der Typus der Chloralathmung.

Was den Einfluss der Vagisection auf die Athmung betrifft, so ist eine Abweichung zwischen dem Verhalten normaler Thiere und dem Verhalten von Thieren, denen das Grosshirn bis zu den Sehhügeln entfernt ist, nicht zu bemerken. Dagegen herrscht in dieser Beziehung ein bedeutender Unterschied zwischen normalen Thieren und solchen, an denen weiter nach hinten gelegene Schnitte vollzogen wurden. Werden nach Fortfall der höher gelegenen Ath-

[1]) Über den Athemmodus nach doppelter Vagusdurchschneidung vergl. man Gad in E. du Bois-Reymond's Archiv 1880 S. 10.

mungscentren, also nach Sectio post corpora quadrigemina die Vagi beiderseits durchschnitten, so erhält die Athmung tetanischen Typus: auf lange Inspirationsstillstände folgen lange Stillstände in meist activer Exspiration[1]); aber auch dann noch pflegt die Athmung eine regelmässig periodische zu sein.

Die Folgen der Reizung des centralen Vagusendes am Halse, sowie auch die respiratorischen Effecte, welche Reizung sensibler Rumpfnerven hervorbringt, können je nach dem Stadium der mechanischen oder toxischen Enthirnung verschieden ausfallen. Die elektrische Vagusreizung am Halse wirkt durchaus inspiratorisch im Sinne Traube's und Rosenthal's vor wie nach operativer Entfernung der Grosshirnhemisphären und der Streifenhügel, wenn keine Gifte applicirt werden. Nach einem Schnitte dagegen, der zeitweise überwiegende Hemmung setzt (z. B. bei Sectio ante corpora quadrigemina) kann elektrische Vagusreizung zeitweise auffallend wenig inspiratorisch beschleunigend, ja sogar im exspiratorischen Sinne wirken. Dasselbe gilt für die Stadien überwiegender Hemmung bei toxischen Eingriffen (Chloralhydrat[2]). Steht nur noch die Medulla oder nur noch Medulla und Pons, so bleibt zwar, wie gesagt, auch nach doppelter Vagusdurchschneidung die Athmung noch regelmässig periodisch, aber die Vagusreizung wirkt nur noch auffallend wenig beschleunigend, und zwar bald bei tiefem, bald bei hohem Zwerchfellsstande, und nicht selten im Sinne der Paul Bert'schen Regel[3]). Auch kommt es vor, dass auf zwei kurze Inspirationen zwei kurze active Exspirationen folgen.

Nach diesen vorstehenden Beobachtungen, deren ausführliche Veröffentlichung monographisch erfolgen soll, würden wir sagen dürfen, dass auf drei centripetalen Wegen Anregungen zur Inspi-

---

[1]) Entsprechendes haben Kronecker und Marckwald (l. c. und Gad (nach mündlicher Mittheilung) beobachtet.

[2]) In Übereinstimmung mit Léon Fredericq: Sur la théorie de l'innervation respiratoire: Bulletin de l'académie royale de Belgique, 2me série, t. XLVII no. 4; 1879.

[3]) Paul Bert: Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. Paris 1870. pag. 490 No. 7.

ration an den das allgemeine Athmungscentrum bildenden nervösen Complex von Ganglienkugeln herantreten, nämlich:

1) durch die Sinnesthore: Auge und Ohr,
2) durch die Sinnesnerven der Haut,
3) durch gewisse Vagusfasern,

während Hemmung und active Exspiration durch die übrigen Vagusfasern, durch den Trigeminus und durch die pathischen Fasern der anderen sensiblen Nerven gesetzt wird. Zu Grunde liegen, so scheint es, dem ganzen Athmungsvorgange in regelmässigen Perioden erfolgende, nicht reflectorische Erregungen des Athmungscentrums.

II.

Beobachtungen über das Verhalten nicht gefesselter Kaninchen bei sprungweise vorschreitender Enthirnung.

Kaninchen, denen nach Entfernung des Schädeldaches beide Grosshirnhemisphären und die Streifenhügel, bei minimalem Blutverlust trotz nicht unterbundenen Carotiden, gänzlich exstirpirt wurden, boten im nichtgefesselten Zustande einen Anblick dar, welcher sich von dem nichtenthirnter Thiere im Allgemeinen wenig unterschied. Von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes, Reitbahnbewegung u. d. m. war nach besagter Operation in den bestgerathenen (zur Zeit[1]) neunzehn) Fällen durchaus nichts wahrzunehmen: die Thiere sassen unmittelbar nach der Operation da, wie normale Thiere zu sitzen pflegen, und ergriffen, wie solche, die Flucht, wenn man sie, namentlich an den hinteren Extremitäten, festzuhalten suchte. Schon beim Losbinden vom Kaninchenbrett benahmen sie sich sehr ungeberdig und suchten sie zu entfliehen.

Auch spontane Ortsveränderungen, und dabei keineswegs immer nur fluchtartig ausgeführte, fanden ab und zu statt, wenn die Thiere

---

[1]) des Vortrages in der physiolog. Gesellschaft zu Berlin am 14. Januar 1881.

am Einschlafen verhindert wurden. Diese Bemerkung ist nicht ohne Belang. Es war nämlich zwar eine merkliche Erhöhung der Empfindlichkeit auf Reizung sensibler Nerven, namentlich auch des Acusticus, in den meisten Fällen, nach Entfernung des Grosshirnes bis zu den Sehhügeln hin, wahrzunehmen, nichtsdestoweniger verfielen aber die Thiere, wenn man sich nicht mit ihnen beschäftigte und bei Abwesenheit stärkerer äusserer Reize, namentlich bei Fernhaltung aller stärkeren Geräusche und bei Abblendung directen Lichtes, viel leichter in Schlaf, als nichtenthirnte. Aus diesem Schlafe wachten halbe Tage lang beobachtete Thiere wiederholt von selbst auf. Sie gingen dann eine Zeit lang umher, um sich schliesslich wieder zur Ruhe zu begeben und einzuschlafen. Aus diesem Schlafe wurden aber auch die Thiere lebhaft aufgeschreckt, wenn die Stille durch ein plötzliches stärkeres Geräusch unterbrochen wurde: der kurze Pfiff einer Hundepfeife, das Abknallen eines Zündhütchens liess sie aufspringen und davonlaufen. Nicht operirte, wache Kaninchen reagiren im Allgemeinen wenig auf Pfeife und Knall, nur sieht man ihre Ohren zucken und ihre Nasenflügel sich schneller bewegen. Auch bei den der Grosshirnhemisphären beraubten Kaninchen gaben die Bewegungen der Ohren und das veränderte Spiel der Nasenflügel mitunter die einzigen äusseren Merkmale der acustischen Erregung ab.

Was das Umhergehen der Thiere nach dem spontanen Erwachen betrifft, so zeigte sich in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes: die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, ohne dieselben zu berühren; sie machten ohne objectiv nachweisbaren Grund mitten in der Bewegung Halt; sie erkletterten und ersprangen Anhöhen u. s. w.

Mit einem Schlage änderte sich das Verhalten sämmtlicher des Grosshirns und der Streifenhügel beraubter Thiere bei einer Schnittführung vor den Vierhügeln ohne Verletzung des Pons, also bei Abtragung der Sehhügel, oder auch nur bei ausgiebiger Zerstörung der Gegend des Inspirationscentrums des dritten Ventrikels. An die Integrität der unmittelbaren Nachbarschaft dieses Centrums zeigte sich die zur Ortsveränderung und zur Erhaltung des Gleichgewichtes beim Sitzen und Stehen nöthige Coordination gebunden. Bei einiger Übung gelingt es mit einer Sonde von Stecknadelgrösse in den Ventrikel einzugehen und vom Inspirationscentrum ab nach vorn hin die Mitte des Ventrikelbodens in seiner

\nung durch Druck zu zerstören, ohne andere Theile
die dort gelegenen.
\törung der in der Medianebene gelegenen Theile
behielten die Thiere dauernd die Seitenlage
nur hie und da noch ungeordnetere Bewegungen.
..selbe, nämlich Aufhebung der Coordination für Stand
. Locomotion, leistet auch der oben (S. 216) beschriebene die Thalami trennende und den Ventrikelboden genau hälftende Schnitt mit einem schmalen Messerchen.

Wie man auch die Operation vollführe, jedenfalls muss man das Thier während derselben von einem Gehülfen sicher fixiren lassen, denn ohne diese Fesselung während der Trennung der Theile macht das Thier einen gewaltigen Satz. War die den Boden hälftende Trennung nicht durch Druck, sondern scharf vollzogen, so verfällt das Thier in Tetanus, der aber bald weicht, und zwar um so schneller, je weniger scharf der Schnitt, je grösser der Druck des Messers war. Nachdem der Tetanus gewichen, kann man sich durch beliebig lange fortgesetzte Beobachtung davon überzeugen, dass in der That das erwähnte Coordinationsvermögen für immer aufgehoben ist. Die Reflexerregbarkeit bleibt längere Zeit für den ganzen Körper erhöht.

In mehreren Fällen, wo die Sehhügel und die vordere Schicht der Vierhügel abgetragen wurden, zeigte es sich, dass man auf mechanische Reizungen von den hinteren Extremitäten und vom Rumpfe aus reflectorische Bewegungen schwierig oder gar nicht erlangen konnte. Dagegen waren von den sensiblen Nerven des Kopfes und Nackens, und zwar namentlich vom Trigeminus aus leicht und ausgiebig Reflex- und Abwehrbewegungen zu erhalten. Neben heftigem Niesen auf mechanische Reizung der Nasenschleimhaut fiel besonders ein abwehrendes Schütteln des Kopfes bei leichter plötzlicher Berührung desselben und besonders auch bei Berührung der Ohren und der Cervicalgegend auf. Auch wenn man die Thiere einige Augenblicke aufhob, schüttelten sie losgelassen lebhaft den Kopf. Druck auf den Stamm des Trigeminus an der Basis cranii, auch Durchschneidung dieses Nerven daselbst, sowie Kneifen des Schwanzes erzeugten ein wiederholtes, aus mehreren Stössen bestehendes Schmerzgeschrei, wobei zwischen Reizung und erstem Schrei immer ein merkliches, mitunter ein auffallend langes Zeitintervall zu beobachten war.

Wurde nunmehr unmittelbar hinter den Vierhügeln ein Schnitt angelegt, welcher ohne Verletzung des Cerebellums und des Pons horizontal gehalten in den vorderen Rand des Pons auslief, so verfielen die Kaninchen regelmässig in Tetanus (Opisthotonus) und verhielten sich geraume Zeit lang, wie strychninisirte Thiere. Die leiseste Berührung löste sofort einen neuen tetanischen Anfall aus. Diese Erscheinungen traten in einer Vollkommenheit auf, wie man sie sonst nur an strychninisirten Fröschen zu sehen gewohnt ist. Allmählig liessen die Anfälle an Heftigkeit nach, und die Zeit, welche verging, bis leise Reize keinen Tetanus mehr erzeugten, war auch hier um so grösser, je schärfer der Schnitt geführt worden. Immer aber blieb die Reflexerregbarkeit, und zwar nunmehr stets für Kopf und Rumpf erhöht, und sehr schön zeigten sich die schüttelnden Abwehrbewegungen des Kopfes und das Schreien bei Trigeminusreizung oder auch bei Kneifen des Schwanzes. Ausser den zu Anfang stark beschleunigten Athembewegungen waren dann bei Abhaltung äusserer Reize keine Bewegungen am Thiere mehr bemerkbar.

Ein solches bewegungsloses daliegendes Kaninchen, das nur noch Medulla, Cerebellum und Pons besitzt, erhebt, namentlich, wenn man es an den Ohren emporhält, auf leichtere mechanische Reizung der Conjunctiva oder der Nasenschleimhaut die Vorderpfote der entsprechenden Seite und macht mit derselben abwehrende und wischende Bewegungen. Wurde die betreffende Pfote festgehalten, so zeigte sich oft nur ein deutliches Zucken der anderen Pfote. Bei neun Kaninchen wurde jedoch eine wirkliche Erhebung mit Wisch- und Abwehrbewegungen dieser anderen Pfote wiederholt constatirt. Normale, nichtenthirnte Kaninchen pflegen gar nicht oder nur dann diese wischenden Abwehrbewegungen der Vorderpfoten zu zeigen, wenn man sie an den Ohren in die Höhe hebt; sonst weichen sie mit dem Kopfe seitlich aus.

Nach Zerstörung des Bodens des dritten Ventrikels und auch nach Sectio post corpora quadrigemina scheint Strychnin weniger wirksam zu sein. Andererseits zeigt sich der Boden des dritten Ventrikels namentlich in seinen vor dem Athemcentrum gelegenen Theilen, wo mechanische oder elektrische Reizung Pupillenerweiterung und Tetanus giebt, dem local applicirten Strychnin besonders zugänglich. Bereits oben wurde erwähnt, dass der durch solche locale Application erzeugte Tetanus durch Entfernung der

Sehhügel coupirt werden kann. Ein Hauptangriffspunkt des Strychnins wäre somit der inspiratorische Gangliencomplex in den Sehhügeln, mit dem ein Hauptreflex- und Coordinationscentrum associirt und zum Theil identisch erscheint. Chloralhydrat lähmt dieses Centrum und wirkt wie Apnoë erregend auf ein in den vorderen Vierhügeln belegenes Hauptreflexhemmungs- und Exspirationscentrum ein. So erscheinen Chloralhydrat und Apnoë als Antagonisten des Strychnins.

21. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Reichert las:

I. Schematische Darstellung des secretorischen Capillarnetzes der V. inter- und intralobularis der Leber (Capillarzone der Pfortader und der V. hepatica mit den Ram. afferentes und efferentes) zur Erläuterung der wichtigsten Begrenzungen, unter welchen die läppchenartige Configuration an der Oberfläche und an Durchschnitten im Leberparenchym sich zeigt.

II. Erläuterung der Stammverästelung (dichotomischen, trichotomischen u. s. w. Theilung) der Vena portarum und der Vena hepatica und der von ihnen ausgehenden Abzweigungen nach einem Macerationspräparat des Prof. Dr. Dönitz.

Der Vortrag wird in den Abhandlungen erscheinen.

Hr. Weierstrafs machte folgende Mittheilung:

In der am 12. August v. J. der Akademie vorgelegten Abhandlung „Zur Functionenlehre“ habe ich (in § 4) eine aus rationalen Functionen einer Veränderlichen x gebildete unendliche Reihe aufgestellt, welche die Eigenthümlichkeit besitzt, dass sie den Werth

$$+1 \text{ oder } -1$$

hat, je nachdem der reelle Theil von x positiv oder negativ ist.

Obwohl diese Reihe an sich einfach genug ist und für den Gebrauch, den ich von ihr zum Beweise des in § 5 d. g. Abhdl. gegebenen Hauptsatzes gemacht habe, durchaus geeignet sich erweist, so ist doch ihre Herleitung einigermafsen umständlich und setzt mehrere Sätze aus der Theorie der trigonometrischen Functionen voraus. Um so interessanter war es mir, kürzlich durch eine briefliche Mittheilung von Hrn. J. Tannery, Professor an der Faculté des sciences zu Paris, der meine Abhandlung in's Französische übersetzt hat, zu erfahren, dass es höchst einfache Reihen ähnlicher Art giebt, welche nicht nur für den angegebenen Zweck dasselbe leisten wie die meinige, sondern vor dieser zugleich den wesentlichen Vorzug haben, dass zu ihrer Aufstellung und zum Nachweis ihrer charakteristischen Eigenschaft nur die elementarsten Sätze der Functionenlehre erforderlich sind.

Ich erlaube mir, aus Hrn. Tannery's Briefe das Nachstehende mitzutheilen.

„Man nehme eine unendliche Reihe positiver ganzer Zahlen

$$m_0, m_1, m_2, \ldots$$

so an, dass

$$\operatorname{Lim}_{n=\infty} m_n = \infty,$$

so ist

$$\operatorname{Lim}_{n=\infty} \frac{1+x^{m_n}}{1-x^{m_n}} = \begin{cases} +1, & \text{wenn } |x| < 1, \\ -1, & \text{wenn } |x| > 1. \end{cases}$$

Man hat aber

$$\frac{1+x^{m_n}}{1-x^{m_n}} = \frac{1+x^{m_0}}{1-x^{m_0}} + \sum_{\nu=1}^{n} \left\{ \frac{1+x^{m_\nu}}{1-x^{m_\nu}} - \frac{1+x^{m_{\nu-1}}}{1-x^{m_{\nu-1}}} \right\}$$

$$= \frac{1+x^{m_0}}{1-x^{m_0}} + \sum_{\nu=1}^{n} \frac{2x^{m_{\nu-1}}(x^{m_\nu - m_{\nu-1}} - 1)}{(x^{m_\nu}-1)(x^{m_{\nu-1}}-1)};$$

setzt man also

$$\psi(x) = \frac{1+x^{m_0}}{1-x^{m_0}} + \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{2x^{m_{\nu-1}}(x^{m_\nu - m_{\nu-1}} - 1)}{(x^{m_\nu}-1)(x^{m_{\nu-1}}-1)},$$

so convergirt die Reihe auf der rechten Seite dieser Gleichung für jeden Werth von x, dessen absoluter Betrag von 1 verschieden ist, und hat den Werth

$$+1 \quad \text{oder} \quad -1,$$

je nachdem der absolute Betrag von x kleiner oder grösser als 1 ist.

Nimmt man in dem vorstehenden Ausdrucke von $\psi(x)$

$$m_\nu = 2^\nu,$$

so erhält derselbe eine besonders einfache Gestalt; es ist dann

$$\psi(x) = \frac{1+x}{1-x} + \frac{2x}{x^2-1} + \frac{2x^3}{x^4-1} + \frac{2x^4}{x^8-1} + \cdots \text{“}$$

Dazu bemerke ich noch Folgendes.

Es ist unmittelbar ersichtlich, dass die von Hrn. Tannery gegebene Reihe in der Nähe jedes Werthes von x, dessen absoluter Betrag nicht gleich 1 ist, gleichförmig convergirt.

Ist ferner x' eine beliebige rationale Function von x, so werden in der Ebene der letzteren Grösse diejenigen Werthe derselben, für die der absolute Betrag von x' gleich 1 ist, durch eine algebraische Curve repräsentirt, welche die Ebene dergestalt in mehrere Stücke zerlegt, dass der absolute Betrag von x' in einigen Stücken kleiner als 1, in den andern grösser als 1 ist. Setzt man also

$$\psi(x') = \chi_1(x),$$

so ist $\chi_1(x)$ ein Ausdruck von derselben Beschaffenheit wie der von mir im Anfang des § 5 d. g. Abhdl. ebenso bezeichnete. Nimmt man insbesondere

$$x' = \frac{1+x}{1-x},$$

so erhält man einen Ausdruck, der gleich dem von mir mit $\chi(x)$ bezeichneten den Werth

$$+1 \quad \text{oder} \quad -1$$

hat, jenachdem der reelle Theil von x positiv oder negativ ist.

Hr. Virchow las:

Über die ethnologische Bedeutung des Os malare bipartitum.

Es sind kürzlich hundert Jahre gewesen, seitdem die erste Beobachtung über das Vorkommen einer Theilung des Wangenbeins durch eine Quernaht gemacht wurde. Ed. Sandifort bemerkte darüber im dritten Buche seiner pathologisch-anatomischen Beobachtungen[1]) Folgendes: In facie suturae rarissime sese exhibent: vidi tamen dextri lateris os jugale vera sutura in binas partes, superiorem et inferiorem, divisum (Tab. VIII. Fig. 7), quod quum vix unquam observetur, dignum visum fuit, ut icone illustraretur. In sinistro latere ejusdem capitis talis sutura non conspicitur, sed levissimum, ut videtur, ipsius vestigium. Dieser Schädel, der sich jetzt im Museum Vrolik in Amsterdam befindet[2]), war in der That,

---

[1]) Ed. Sandifort. Observationes anatomico-pathologicae. Lib. III. Lugd. Bat. 1779. Cap. VIII. p. 113. Sonderbarer Weise citirt eine Anzahl von Autoren, wie es scheint, verführt durch eine Angabe bei Voigtel (Handbuch der pathologischen Anatomie. Halle 1804. Bd. I. S. 287), daneben auch noch Lib. IV. p. 131; an dieser Stelle ist jedoch nur von Harnsteinen die Rede. Etwas weiterhin, p. 134, wird allerdings von überzähligen Nähten, aber nicht von solchen am Gesicht, gehandelt. Spix (Cephalogenesis. Monachi 1815. p. 18), der Lib. IV. p. 134 citirt, lässt sogar die Beobachtung Sandifort's in embryone monstroso stattfinden, während doch an keiner Stelle von einem solchen die Rede ist, im Gegentheil die Abbildung deutlich ergiebt, dass es sich um das Wangenbein eines Erwachsenen handelte.

[2]) J. L. Dusseau Musée Vrolik. Amsterdam 1865. Bl. 41.

wie sich jetzt zeigt, ein in seiner Art sehr regelmässiger, denn in der Mehrzahl der jetzt bekannten Fälle ist die Theilung nur auf einer Seite vollständig, während sich auf der anderen nur noch Reste einer Naht erhalten haben.

Nach Sandifort wuchs die Zahl der Einzelbeobachtungen eines getheilten Wangenbeins Anfangs sehr langsam, und es war dem entsprechend die allgemeine Meinung, dass eine solche Anomalie von äusserster Seltenheit sei. Der erste, welcher eine Art von systematischer Nachforschung darüber veranstaltete, war Breschet[1]). Aufmerksam gemacht durch die von Laurillard[2]) in zwei Fällen gemachte Beobachtung eines getheilten Wangenbeins, suchte er „soit dans les musées d'anatomie, soit dans les laboratoires de la Faculté, soit enfin parmi les os des Catacombes", aber er fand nur eine „sehr kleine Zahl" von Fällen, nämlich im Ganzen 10, davon 6 auf der rechten, 3 auf der linken Seite, und nur einen auf beiden Seiten. Leider giebt er die Zahl der überhaupt untersuchten Schädel nicht ziffermässig an; er spricht nur von einem nombre prodigieux de squelettes humains, et principalement de têtes sèches. Trotz des Mangels an Zahlen für die Gesammtheit der untersuchten Schädel wird man daher die Beobachtungen von Breschet, selbst angesichts ihrer überraschenden Häufigkeit, eher als einen Beweis für die Seltenheit der Zweitheilung nehmen dürfen.

Erst in den letzten beiden Decennien ist in schneller Aufeinanderfolge eine grosse Zahl neuer Fälle bekannt geworden, so dass hie und da schon die entgegengesetzte Meinung Platz zu greifen beginnt. Sonderbarerweise waren es längere Zeit hindurch wesentlich nur zwei Länder, welche an dieser Vermehrung des thatsächlichen Materials Antheil hatten, Italien und Russland. In Italien wurde die allgemeine Aufmerksamkeit auf dieses Verhältniss zuerst im Jahre 1866 durch Hrn. Garbiglietti[3]) gelenkt, und zwar mit

---

[1]) Annales des sciences natur. 1844. Sér. III. Zoolog. T. I. p. 25. Pl. 7.

[2]) G. Cuvier. Leçons d'anatomie comparée. 2e éd., par Fr. Cuvier et Laurillard. Paris 1837. T. I. p. 381.

[3]) Antonio Garbiglietti Di una singolare e rara anomalia dell' osso jugale ossia zigomatico. Torino 1866. (R. Accad. de medicina.) Die neuere italienische Literatur ist kurz zusammengestellt von Hrn. Riccardi (Archivio per l'antropologia e la etnologia. 1878. Vol. VIII. p. 17.

solchem Erfolge, dass schon im Jahre 1877 Hr. Amadei[1]), freilich, wie es scheint, nicht mit ausschliesslicher Berücksichtigung italienischer Schädel, von mehr als 50 zweigetheilten Wangenbeinen sprechen konnte. In Russland war es Hr. Wenzel Gruber, der, nachdem er zuerst im Jahre 1873 in einer besonderen und sehr sorgfältig durchgearbeiteten Monographie[2]) 11 Fälle mitgetheilt hatte, in einer Reihe von Nachträgen diese Zahl neuerlich bis auf 24 erhöht hat[3]).

Wenn man das Fortschreiten dieser Beobachtungen in das Auge fasst, so kann kein Zweifel darüber bleiben, dass in erster Linie die verschärfte Aufmerksamkeit als Grund der zunehmenden Frequenz anerkannt werden muss. Aus eigener Erfahrung kann ich aussagen, dass nichts leichter ist, als einen Schädel, der nur auf einer Seite die persistente Quernaht hat, wieder aus der Hand zu legen, ohne dieselbe bemerkt zu haben. Aber wenn man auch zugesteht, dass nicht wenige Fälle einfach übersehen werden, so lässt sich doch nicht leugnen, dass es sich um eine seltene Anomalie handelt. Wenn z. B. Hr. Gruber dieselbe unter 4—5000 Schädeln 24mal fand, so ergiebt dies nur 4,8—6 pCt., und dabei ist die Wahrscheinlichkeit nicht ausgeschlossen, dass unter den für die Sammlung aufbewahrten Schädeln gerade so abweichende mit einer gewissen Sorgfalt aufgehoben worden sind. Hr. De Lorenzi[4]) giebt für Turiner Wangenbeine nur 2 pCt. an, bei denen sich Spuren (traccie) der anomalen Naht gefunden hatten, nämlich unter 500 Schädeln 8, und ausserdem 2 oder 3 isolirte Wangenbeine. Dagegen erwähnt Hr. Gruber das Vorkommen der „hinteren Ritze" an 428 Schädeln seiner Sammlung; das ergäbe also 8—10 pCt., oder für die blossen Wangenbeine 16—20 pCt. Ich kann dagegen nur sagen, dass unter allen meinen deutschen Schädeln kein einziger eine persistente Quernaht besitzt, und dass selbst die hintere Ritze sich nur 8mal darunter findet, 1mal bei einem Neuge-

[1]) Archivio per l'antropologia. 1877. Vol. VII. p. 11.

[2]) W. Gruber Monographie über das zweigetheilte Jochbein — Os zygomaticum bipartitum — bei dem Menschen und den Säugethieren. Wien 1873. Mit 1 Tafel.

[3]) Archiv für pathol. Anat. und Physiologie und für klinische Medicin. Berlin 1879. Bd. 77. S. 113.

[4]) Archivio per l'antropologia e la etnologia. 1872. Vol. II. p. 283.

bornen, 7mal bei Erwachsenen. Die Ritze ist jedoch fast überall sehr kurz. Ich finde sie 2mal bei fränkischen Schädeln aus den Reihengräbern von Alsheim in Rheinhessen (IX und X), 2mal bei Kirchhofsschädeln von Norderney, je 1mal bei einem Kirchhofsschädel von Ankum in Oldenburg, bei einem solchen vom Schlossplatz in Berlin (II) und bei einem modernen Schädel unserer Sammlung (1861. Nr. 5), der ausserdem ein grosses laterales Schaltstück in der Hinterhauptsschuppe besitzt.

Unter den (im weiteren Sinne) germanischen Schädeln, welche ich besitze, zeigt nur ein einziger, der später noch genauer zu beschreibende einer Nordholländerin von de Rijp (I), ein getheiltes Wangenbein, und zwar ein ungewöhnlich tief getheiltes. Ein zweiter von demselben Kirchhof (VIII) hat kurze hintere Spalten. Dasselbe gilt von ein Paar Amsterdamer Schädeln. Das ist gewiss überhaupt sehr wenig, und ich denke, dass man für die germanischen Schädel die grosse Seltenheit dieser Anomalie wird zugeben müssen.

Es musste daher in hohem Maasse überraschen, als Hr. Hilgendorf[1]) die Mittheilung machte, dass die Zweitheilung des Jochbeins eine an Schädeln von Japanern häufig auftretende Varietät darstelle. Freilich hatte er, als er seinen Vortrag in der ostasiatischen Gesellschaft in Yedo hielt, nur 11 männliche Schädel zu seiner Disposition, aber von diesen zeigten 2 die Theilung „in ihrer vollen Ausbildung" und 3 liessen sie spurweise erkennen. In einer nachträglichen Anmerkung konnte er sogar hinzufügen, dass nach Untersuchungen an einem weiteren Dutzend von Japaner-Schädeln mindestens ein Drittel „ursprünglich mit einem Doppeljochbein ausgestattet sei, das später noch mehr oder weniger deutlich erkennbar bleibe". Er nannte daher ein solches Doppeljochbein Os Japonicum.

Ein Paar Jahre später hat Hr. Dönitz[2]) diese Angelegenheit wieder aufgenommen. Er theilte mit, dass eine Nachforschung nach der Herkunft der ihm vorliegenden Japaner-Schädel mit doppeltem Jochbein zu dem unerwarteten Ergebniss geführt habe, dass alle diese Schädel aus dem Norden der Insel Nippon herstammten. Er habe bisher gerade 50 Schädel untersucht, welche grösstentheils

[1]) Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Yokohama. Heft III. September 1873. S. 1.

[2]) Ebendas. Heft VIII. 1875. September. S. 39.

Individuen, die aus der Hauptstadt gebürtig seien, angehört hätten; nur 4 derselben stammten von Echigo, aber gerade diese seien es, an welchen eine vollständige Theilung des Jochbeins durch eine horizontale Naht wahrgenommen wurde. Von den übrigen 46 Schädeln hatten 9 einen, von der Sutura zygomatico-temporalis ausgehenden hinteren Spalt; es liess sich jedoch die Herkunft nur bei 2 von diesen 9 ermitteln: der eine war aus Tokio (Yedo), der andere aus Shimosa, einer Nachbarprovinz von Mutsu. Hr. Dönitz erinnert nun daran, dass bis zum 8. Jahrhundert in der Provinz Mutsu und in Echigo noch Ainos wohnten, und er berichtet, dass der einzige Aino-Schädel (von Yezo), der ihm zugänglich war[1]), ein doppeltes Jochbein besitze. Unter Hinzunahme anderer, mehr culturhistorischer Motive kommt er so zu dem Ergebniss, dass die Japaner eine Mischrasse von Malayen und Mongolen darstellen, und zwar von zwei verschiedenen Mongolenstämmen, von denen der eine in den Ainos auf Yezo noch in seiner Reinheit erhalten sei.

Leider sind Aino-Schädel auch in Europa sehr selten und die wenigen vorhandenen sind sehr ungenau beschrieben. So erwähnt Hr. Barnard Davis, der wahrscheinlich die grösste, überhaupt in eine europäische Sammlung gekommene Zahl von Aino-Schädeln besitzt, nämlich 4, nicht das Mindeste über die Wangenbeine, und doch zeigt die von ihm selbst veröffentlichte Abbildung des einen derselben[2]) ganz deutlich ein getheiltes Wangenbein, während man bei dem zweiten wenigstens Spuren der Theilung zu erkennen glaubt. Da weitere Abbildungen nicht vorliegen, so muss die Beantwortung der Frage, in welcher Ausdehnung diese Schädel eine Theilung der Wangenbeine besitzen, vorläufig dahingestellt bleiben.

Von dem Schädel eines Aino von Yezo, der sich im Museum of the Royal College of Surgeons of England[3]) befindet und von dem Hr. Busk eine Beschreibung geliefert hat, finden sich Abbildungen

---

[1]) Ebendas. Heft VI. 1874. December. S. 64. Fig. C.

[2]) Memoirs of the Anthropological Society of London. 1870. Vol. VIII. Joseph Barnard Davis Supplement to Thesaurus craniorum. London 1875. Plate, No. 1457 (? Unglücklicherweise tragen zwei verschiedene Tafeln dieselbe Catalog-Nummer, während dieselben zwei Tafeln in den Memoirs Anthr. Soc. gar keine Bezeichnung haben.)

[3]) Will. Henry Flower Catalogue of the specimens illustrating the osteology and dentition of vertebrated animals. P. I. Lond. 1879. p. 120.

in den Crania ethnica der HHrn. de Quatrefages und Hamy (Pl. LXIV. Fig. III—IV); sie zeigen in der linken Seitenansicht eben so wenig, wie die auf derselben Tafel befindliche Abbildung eines Japaner-Schädels, eine Quernaht im Wangenbein, dagegen lässt die Vorderansicht (Fig. IV) die Möglichkeit zu, dass das rechte Wangenbein des Aino ganz oder theilweise gespalten ist. Der Anschein spricht sogar mehr dafür, als bei der viel citirten und doch unrichtigen Abbildung eines Kalmücken-Schädels bei Blumenbach[1]).

Durch besondere Glücksfälle bin ich allmählich in den Besitz von 3 Aino-Schädeln gekommen. Einer derselben stammt von der Insel Yezo; er wurde von den HHrn. G. Schlesinger und Böhmer in der Nähe von Sapporo, an einer Stelle, wo noch vor fünfzehn Jahren ein grosses Aino-Dorf bestand, ausgegraben[2]). Leider fehlt ihm das linke Wangenbein, dagegen ist das rechte unversehrt und dieses zeigt eine vollständige Quertheilung (Fig. 3). Die beiden anderen Schädel sind von der Insel Sachalin. Auch von diesen ist der eine gerade in dem Punkte, der hier in Frage steht, defect, indem beide Wangenbeine durch scharfe Hiebe durchschlagen sind und die hinteren Theile derselben nebst dem Anfange der Jochbogen fehlen. Dagegen zeigt der andere Schädel, der eines Häuptlings, der nebst dem Skelet von dem russischen Schiffsarzt Dr. V. Siebert in der Nähe von Aniwa, im Süden der Insel Sachalin, ausgegraben wurde[3]), jederseits einen längeren Rest der Quernaht (Fig. 4a und b).

Die Einzelheiten dieser Verhältnisse werde ich mir erlauben nachher im Zusammenhange vorzutragen. Jedenfalls ergiebt sich schon aus dem Mitgetheilten, dass unter den bekannten Aino-Schädeln ein unverhältnissmässig hohes Contingent von solchen, welche ein getheiltes Wangenbein besitzen, vorhanden ist. Wie ich schon bei einer früheren Gelegenheit hervorgehoben habe, kann der

---

[1]) Io. Frid. Blumenbachii Decas prima collectionis suae craniorum. Gotting. 1820. Tab. V.

[2]) Zeitschrift für Ethnologie 1880. Bd. XII. Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft S. 208.

[3]) Zeitschrift für Ethnologie 1875. Bd. VII. Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft S. 27. — Zeitschrift für Ethnologie 1876. Bd. VIII. Verhandlungen S. 11.

statistische Werth dieser, auf ein sehr geringes Material begründeten Zusammenstellung nicht hoch veranschlagt werden. Wenn man aber bedenkt, dass Aino-Schädel nicht ausgesucht, sondern genommen werden, wie man sie gerade findet, während in anatomischen Anstalten begreiflicherweise aus der Gesammtzahl der durch Maceration gewonnenen Schädel die besonders ausgezeichneten vorzugsweise ausgewählt und aufbewahrt werden, so wird man nicht umhin können, zuzugestehen, dass die Ergebnisse sehr bemerkenswerthe sind.

Von den vorher aufgeführten, überhaupt bekannt gewordenen 9 oder 10 Aino-Schädeln (4 von Hrn. B. Davis, 1 oder vielleicht 2 im Hunterschen Museum, 3 in meinem Besitz, 1 in Tokio) sind nur 4 in Bezug auf das Verhalten der Wangenbeine genau beschrieben, der von Hrn. Dönitz und die von mir. Von diesen 4 ist einer der meinigen wegen beträchtlicher Defecte der Wangenbeine nahezu unbrauchbar für diese Erörterung; es bleiben also eigentlich nur 3. Von diesen aber haben 2 die vollständige, 1 die unvollständige Theilung des Wangenbeins. — Von den übrigen, 5 oder 6 an der Zahl, ist kein einziger genau beschrieben, indess ergiebt sich, ganz abgesehen von zwei anderen, schon erwähnten, aus der Abbildung eines derselben, dass er höchst wahrscheinlich auch ein getheiltes rechtes Wangenbein besitzt. Man wird daher immerhin bei möglich weiter Interpretation 4 Fälle von Theilung auf 9 Schädel, also 44,4 auf 100 rechnen können, wobei die Möglichkeit festgehalten werden muss, dass eine genauere Musterung der aufgezählten Schädel noch mehr Anhaltspunkte gewähren möchte. Vielleicht wird die gegenwärtige Erörterung dazu beitragen, ausführlichere Beschreibungen hervorzurufen.

Sollten genauere Nachrichten indess ergeben, dass unter den aufgeführten Schädeln keine weiteren mit getheilten Wangenbeinen vorhanden sind, so würde die gefundene Zahl immerhin gross genug sein, um die Wahrscheinlichkeit aufrecht zu erhalten, dass die Theilung des Wangenbeins bei Ainos verhältnissmässig häufig, ja vielleicht häufiger, als bei irgend einem anderen Volke, vorkomme. Damit würde auch die andere, von Hrn. Dönitz erörterte Möglichkeit an Wahrscheinlichkeit gewinnen, dass die Neigung zur Hervorbringung zweigetheilter Wangenbeine als eine Aino-Erbschaft in das japanische Volk hineingekommen sei. Indess reicht das in Europa vorhandene Material von Japaner-Schädeln zur Entscheidung dieser Frage noch viel weniger aus. Ich werde jedoch für

spätere Erörterungen nachher auch die in meinem und der anthropologischen Gesellschaft Besitz befindlichen Schädel von Japanern in Bezug auf ihre Wangenbeine genauer beschreiben.

Zunächst möchte ich nur anführen, dass mir 6 Schädel von Japanern zur Vergleichung stehen. Davon gehören 2 der anthropologischen Gesellschaft, welcher sie von Hrn. Dönitz zum Geschenk gemacht worden sind; möglicherweise sind sie also schon in der von demselben gemachten Aufzählung enthalten. Unter ihnen hat der eine (Fig. 1) ein vollständig getheiltes Wangenbein. In meinem Privatbesitz befinden sich 4 Schädel: 2, welche ich durch Hrn. Dr. Junker von Langegg aus Tokio empfing; 2, welche mir Hr. Dr. F. W. Hoffmann, damals Professor an der medicinischen Anstalt zu Yedo, durch einen seiner Schüler, Hrn. Tagutzi, hatte präpariren lassen (1873). Unter diesen letzteren ist einer (Fig. 2a und b), welcher beiderseits Reste der Quernaht zeigt. Dasselbe ist der Fall bei dem einen der von Hrn. Junker mitgebrachten Schädel. Über die besondere Herkunft der einzelnen Stücke vermag ich nichts weiter auszusagen.

Die sonstigen Angaben in der Literatur ergeben wenig über diese Verhältnisse. Nur Hr. Gruber[1]) erwähnt, dass unter 3 Japaner-Schädeln, welche ihm zur Untersuchung standen, einer beiderseitig eine „hintere Ritze", ein anderer eine schwache Andeutung davon hatte. Die übrigen Autoren, welche über Japaner-Schädel geschrieben haben, scheinen ihre Aufmerksamkeit diesem Gegenstande nicht zugewendet zu haben. So wenig daher aus dem Mitgetheilten hervorgeht, bleibt doch die bemerkenswerthe Thatsache stehen, dass unter 6 Schädeln von mir einer eine vollständige, zwei eine unvollständige, und unter 3 von Hrn. Gruber 2 eine unvollständige Persistenz der Quernaht zeigen. Das ergiebt 5 Fälle unter 9 = 55 pCt. Dieses Verhältniss ist offenbar ein zufälliges, da nach der Mittheilung des Hrn. Dönitz unter 50 Japaner-Schädeln nur 13 = 26 pCt. mit ganz oder theilweise persistirender Quernaht waren. Indess die Thatsache einer auffälligen Frequenz wird dadurch nur bestätigt. Hr. Gruber hat daher, wie mir scheint, seine an sich berechtigte Opposition gegen die Bezeichnung Os japonicum etwas zu weit getrieben, indem er schon jetzt die relative Frequenz der persistirenden Quernaht bei Japanern in Zweifel zog. Man

[1]) Archiv für pathol. Anat. Bd. 77. S. 120.

mag zugeben, dass das statistische Material zu klein ist, um darüber zu entscheiden. Allein das ist meiner Meinung nach unzweifelhaft, dass noch nirgends eine so grosse Zahl positiver Fälle unter einem kleinen Material beobachtet worden ist. Nimmt man die Schädel von Japanern und Ainos zusammen, so kann man sogar bestimmt sagen, dass an keiner Stelle der Erde ein auch nur annähernd gleich grosses Verhältniss zu Tage getreten ist. Will man dagegen einwenden, dass dies ein Zufall sein könne, so muss man doch zugestehen, dass es ein sehr sonderbarer Zufall wäre und dass derselbe sich an keinem anderen Orte zum zweiten Male ereignet hat. Näher liegt es jedenfalls, zu schliessen, dass dieser einzige Fall einen realen Grund hat und dass dieser in einer physischen Stammes-Eigenthümlichkeit zu suchen ist.

Eine wesentlich andere Frage ist es, ob diese Eigenthümlichkeit der mongolischen Rasse zuzuschreiben ist. Ich vermag aus eigener Erfahrung für eine solche Annahme nichts Entscheidendes beizubringen. Auch das fremde Material ist höchst lückenhaft. Im Museum Vrolik in Amsterdam befindet sich ein, von Swaving eingelieferter Schädel einer Chinesin mit doppelter Quernaht[1]). Ein von Carl v. Baer[2]) abgebildeter Schädel eines Chinesen zeigt links eine lange „hintere Ritze", trotzdem ist im Texte nichts davon erwähnt. Ich besitze einen weiblichen chinesischen Schädel, bei dem sich eine Andeutung der Quernaht in einer hinteren, aber sehr hoch gelegenen Ritze findet. Dagegen hat von 4 Goldi-Schädeln (vom Amur) einer (Nr. II) beiderseits eine hintere Ritze, ein anderer, der eines Kindes, links eine Ritze, rechts eine winklige Einbiegung der Sutura zygomatico-temporalis. Auch unter den Schädeln von Samojeden und Ostjaken, welche die anthropologische Gesellschaft von Hrn. Dr. Finsch erworben hat, befinden sich zwei (Nr. 1 und 3), welche linkerseits je eine schwache Ritze zeigen. Der schon erwähnte Kalmücken-Schädel aus der Blumenbach'schen Sammlung ist nach der Abbildung nicht leicht zu deuten; da jedoch Hr. Spengel[3]) in seiner Beschreibung nichts von einer Quernaht

---

[1]) Musée Vrolik. Catalogue par Dusseau. p. 41. No. 112. 17.

[2]) C. E. de Baer Crania selecta ex thesauris anthropologicis Academiae imper. Petropolitanae. Petrop. 1859. Tab. 10 (Mém. de l'Acad. des sc. T. VIII).

[3]) J. W. Spengel. Die von Blumenbach gegründete anthropologische Sammlung. 1874. S. 40. Nr. 139.

erwähnt hatte, so wendete ich mich deswegen mit einer Anfrage nach Göttingen und erfuhr durch den dortigen Prosector, Hrn. Dr. v. Brunn, dass der betreffende Schädel beiderseits ganz normale Jochbeine besitzt. Dafür citirt Hr. Gruber[1]) vollständige Quertheilung an dem Schädel einer Baschkirin. Wenn Hr. Hilgendorf[2]) ihm gegenüber betont, dass auch die verhältnissmässige Häufigkeit des zweitheiligen Wangenbeins in Russland vielleicht auf mongolische Beimischung zu beziehen sei, so würde dieses Argument zutreffen, sobald überhaupt eine grössere Frequenz der Abweichung bei Mongolen nachgewiesen wäre. Ich kann nur einige Beispiele unvollständiger Quertheilung bei westfinnischen Stämmen anführen. Unter meinen Schädeln aus Finland zeigt einer von Tyrvis Sogn jederseits sehr starke hintere Ritzen; ein Lappen-Schädel hat links eine hintere Ritze, rechts eine schwache Andeutung; ein Magyaren-Schädel, der rechts verletzt ist, besitzt links die Ritze. Will man die Eskimos den Mongolen anreihen, so kann ich zwei Westgrönländer anführen, von denen einer schwache Zacken an der Stelle der hinteren Ritze, der andere links eine deutliche Ritze, aber etwas hoch gelegen, darbietet.

Etwas günstiger ist das Material, welches mir aus dem südlichsten, der mongolischen Rasse zugehörigen Gebiete zur Verfügung steht. Die anthropologische Gesellschaft besitzt von dem Gefängniss-Kirchhofe in Rangun 42 birmanische Schädel, deren Ausgrabung Hr. Dr. F. Jagor persönlich geleitet hat. Darunter befindet sich ein Schädel, der auf der linken Seite eine vollständige Quernaht, auf der rechten eine durchgehende, 5^{mm} lange hintere Ritze hat. Ausserdem sind noch 4 Schädel vorhanden, welche mehr oder weniger ausgedehnte hintere Ritzen zeigen. Bei dem einen (Nr. 351), ist rechts eine lange, etwas gebogene, links eine etwas schräg verlaufende Ritze, beiderseits ohne Abweichung in dem Verlaufe der Sutura temporo-maxillaris; der zweite (Nr. 320) hat rechts eine lange Spalte, links eine schwache, jedoch mit Einbiegung der Jochbogennaht; der dritte (Nr. 332) zeigt nur rechts eine kurze Ritze; der vierte (Nr. 346) hat ebenfalls eine ganz schwache Ritze links, welcher jedoch an der hinteren Seite eine vorspringende Spina entspricht.

---

[1]) Archiv für pathol. Anat. Bd. 77. S. 113.

[2]) Ebendas. Bd. 78. S. 192.

So bemerkenswerth diese Thatsachen sind, so muss man doch anerkennen, dass ihre Zahl, Angesichts des ungeheuren Ländergebietes, welches sie betreffen, eine verschwindend kleine ist. Eine wirkliche Quertheilung ist nur in 3 Fällen bei Mongolen beobachtet: bei einer Chinesin, einer Baschkirin und einem Birmanen. Der hintere Rest der Quernaht fand sich 15mal: bei 2 Chinesen, 2 Goldi, 2 Samojeden, 1 Finnen, 1 Lappen, 1 Magyaren, 2 Eskimos und 4 Birmanen. Vielleicht wird eine weitere Umschau grösseres Material liefern, aber vor der Hand gebietet die Vorsicht, das Urtheil noch zu suspendiren. Jedenfalls lässt sich eine durchgehende Präponderanz der Quernaht bei Mongolen keineswegs behaupten.

Im Gegentheil lassen sich eben so viele Beispiele von Malayen beibringen. Hr. Barnard Davis[1]) sagt geradezu: there is no doubt whatever that it is vastly more rare in Europeans than in some other races — those of Borneo, for instance. Er führt 3 Fälle von Dayaks auf, 2 aus seiner eigenen Sammlung (Nr. 1244 mit bloss rechtsseitiger, Nr. 1409 mit doppelseitiger Quernaht), und einen aus der Würzburger anatomischen Sammlung. Letzterer ist seitdem von Hrn. Flesch[2]) genauer beschrieben worden. Das sehr bemerkenswerthe Wangenbein eines Atchinesen von Sumatra, auf welches ich noch zurückkommen werde, hat Hr. Riccardi[3]) abgebildet. Endlich findet sich bei Hrn. Lucae[4]) die prächtige Abbildung eines Javaner-Schädels mit getheiltem Wangenbein der linken Seite.

Ich selbst kann eine Reihe recht bemerkenswerther Fälle aus malayischen Ländern anführen. In der Sammlung der anthropologischen Gesellschaft befindet sich eine grössere Zahl von Philippinen-Schädeln mit einschlägigen Abweichungen. Darunter ist ein höchst ausgezeichnetes Beispiel von getheiltem Wangenbein an einem (Tagalen-) Schädel von Tabaco; rechts ist die Quertheilung vollständig, links findet sich nur ein sehr hohes und grosses Wangen-

---

[1]) Barnard Davis Thesaurus craniorum p. 294.

[2]) Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. 1877. Neue Folge. Bd. X. S. 147.

[3]) Archivio per l'antropologia e la etnologia. 1878. Vol. III. p. 4. Tav. I. Fig. II.

[4]) J. Christ. Gust. Lucae Zur organischen Formenlehre. Frankf. a. M. 1844. S. 43. Taf. IX.

bein. Ein Schädel aus der Höhle von Nipa-Nipa hat rechts eine starke Ritze, welcher am hinteren Umfange des Knochens eine weit vorgreifende Spina entspricht, während links keine Abweichung besteht. Ein dritter (Kirchhofs-) Schädel hat beiderseits schwache und sehr hoch liegende hintere Ritzen, aber ohne Einbiegung der Jochbogennaht. Endlich finden sich Andeutungen der hinteren Ritze an einem deformirten Schädel aus einer Höhle von Luzon und an einem Schädel aus einem Walde von Samar, sowie winklige Vorbiegungen der Jochbeinnaht an einem Schädel von Tabaco (III). Ich will jedoch nicht verschweigen, dass auch unter einer Sammlung von 30 Negrito-Schädeln, die ich Hrn. C. Baer in Manila verdanke, einer ist, der rechts eine tiefe Ritze, links eine Einbiegung der Naht zeigt.

Auch aus einer kleinen Sammlung von (5) Schädeln der Sulu-Insulaner (Solokker) kann ich einen anführen, der links eine vollständige Quernaht, rechts eine starke Ritze besitzt. Ein anderer hat links eine deutliche, jedoch etwas hoch gelegene Ritze, welcher am hintern Umfange des Knochens eine lange Spina entspricht; ein dritter zeigt gleichfalls links eine ziemlich lange und tiefe Ritze.

Bei einer Frau von Java finde ich links eine lange Ritze, der an der hinteren (inneren) Seite eine lange Schnebbe des Jochfortsatzes vom Schläfenbein entspricht. Von Celebes sind zwei Bugginesen-Schädel vorhanden, welche schwache obere Ritzen zeigen. Ein durch Hrn. Riedel eingesendeter Schädel von Gorontalo (Holontalo) besitzt jederseits eine hintere Ritze, welche von einem winkligen Vorsprunge der Jochbogennaht ausgeht und welcher innen eine sehr lange Spina temporo-zygomatica entspricht. Ein von demselben Geber herstammender Schädel von Limuto hat links eine lange Spalte.

Wir kennen daher aus malayischen Ländern 7 Schädel mit vollständiger Quertheilung: 3 Dayaks von Borneo, 1 Atchinesen von Sumatra, 1 Javaner, 1 Solokker, 1 Tagalen von den Philippinen. Dazu kommen, abgesehen von 1 Negrito von den Philippinen, 12 Schädel mit Spuren der ursprünglichen Quertheilung: 1 Javanesin, 4 Schädel von Celebes, 2 von den Sulu-Inseln, 5 von den Philippinen. Das ergiebt aus einem viel kleineren Flächengebiet ein viel grösseres Material, als bei den Mongolen.

Beiläufig will ich noch erwähnen, dass ich auch zwei Schädel von Ceylon, von denen einer als der eines Sinhalesen, der andere als der eines Tamilen bezeichnet ist, besitze, an denen starke hintere Ritzen vorkommen, sowie dass unter Schädeln dravidischer Rassen, welche Hr. Dr. Jagor in Vorderindien gesammelt hat, vier ähnliche Abweichungen zeigen.

Ich verzichte darauf, die Gesammtheit der bekannten ethnologischen Fälle aufzuzählen. Es mag genügen, darauf hinzuweisen, dass einzelne auch bei afrikanischen Negern beobachtet sind, und dass ich kürzere Ritzen auch an Schädeln von Kairo, aus der Oase Dachel und an einem ägyptischen Mumien-Kinde finde. Indess sind solche Fälle doch sehr selten und sie illustriren höchstens die schon genügend gestützte Thatsache von der auffälligen Häufigkeit dieser Erscheinung in Japan.

Diese Thatsache würde eine besondere Bedeutung erlangen, wenn es gelänge, sie mit einer anderen Eigenthümlichkeit der Japaner in Verbindung zu bringen, welche bis jetzt noch keineswegs genügend erklärt ist, nämlich mit der schiefen Stellung der Augenlidspalte. Der Gedanke, dass durch eine stärkere Entwickelung des Wangenbeins, wie sie unter diesen Umständen in der That eintritt, der äussere Augenwinkel mehr nach oben gedrängt werde, liegt an sich nahe. Allein demselben stehen andere, nicht geringe Bedenken entgegen. Einmal die, sowohl durch die Beobachter, als durch die nach Europa gelangten Photographien bestätigte Eigenthümlichkeit der Ainos, dass ihr Auge viel weniger schief gestellt ist, als das der eigentlichen Japaner. Damit stimmt die Thatsache, welche ich noch weiter begründen werde, dass auch die knöcherne Orbita eine erhebliche Verschiedenheit zeigt, indem sie bei den Ainos viel breiter und niedriger ist, als bei den Japanern. Zum anderen die Erwägung, dass die Persistenz der Quernaht sich bei allen Gliedern der „schlitzäugigen" Rasse in grösserer Häufigkeit finden müsste, als es wenigstens bis jetzt bekannt ist. Indess sind bis jetzt gerade die mongolischen Stämme in unseren Museen verhältnissmässig schwach vertreten, und es wäre wohl möglich, dass sich bei zunehmendem Material auch die positiven Beobachtungen mehrten. Die eigentliche Entscheidung wird daher auch in dieser Beziehung der weiteren Forschung vorbehalten bleiben müssen. Vorläufig kann jedoch das festgehalten werden, dass es durchweg Stämme mit stark vortretenden, durch ihre Grösse

ausgezeichneten Backenknochen sind, von denen die Persistenz der Quernaht in grösserer Häufigkeit bekannt ist.

Bevor ich jedoch in die genauere Erörterung über die Entstehung und Bedeutung dieser Abweichung eintrete, möchte ich noch einige Specialitäten erwähnen. Zunächst das Vorkommen einer Dreitheilung des Wangenbeins durch eine doppelte Naht. Breschet[1]) giebt die Abbildungen der Schädel von zwei anencephalen Fötus, die allem Anscheine nach ausgetragen waren und bei denen das Wangenbein noch aus 3 Stücken bestand. Allein die Trennungslinien dieser 3 Stücke stimmen mit den bei einfacher Persistenz der Quernaht vorkommenden gar nicht überein. Denn die scheinbare Quernaht beginnt nicht an der Jochbogennaht, sondern, wie bei einigen Affen[2]), weit oberhalb derselben an dem hinteren Ausschnitt zwischen dem Processus frontalis und dem Processus temporalis, und die zweite Naht läuft schräg von oben und vorn nach unten und hinten, in der Art, dass sie am Orbitalrande, ziemlich tief, beginnt und etwa in der Mitte der scheinbaren Quernaht endet. Diese Fälle können hier ausser Betracht bleiben. Meines Wissens ist nur ein einziger Fall von Dreitheilung vom Erwachsenen bekannt, es ist der vorhin erwähnte von Hrn. Riccardi bei einem Chinesen. Die gewöhnliche Quernaht, die allerdings zum grösseren Theile verschmolzen war, lag 11^{mm} über dem unteren Rande; 15^{mm} darüber und 18^{mm} unterhalb der Sutura zygomatico-frontalis zeigte sich eine zweite Quernaht, welche den Orbitalfortsatz des Wangenbeins in zwei Theile zerlegte. Als eine Annäherung daran könnten gewisse Beobachtungen des Hrn. Gruber[3]) gelten, indess scheinen sie bei genauerer Betrachtung einer etwas differenten Kategorie anzugehören. Denn er sagt: „Dieselbe Ritze kommt ausnahmsweise doppelt vor, wie ein Paar vor mir liegender Schädel beweisen. Letztere Ritzen sind 5—8^{mm} von einander entfernt; die obere, der gewöhnlichen einfachen Ritze entsprechende beginnt 5—7^{mm} unter dem Margo temporalis, die untere verläuft 3—4^{mm} über dem Margo massetericus des Zygomaticum.“ Hier würde also, wenn man die Worte des Hrn. Gruber als maass-

[1]) Breschet l. c. p. 34. Pl. 7. Fig. 4, 5, 6.

[2]) Breschet l. c. p. 34. Pl. 7. Fig. 7 (Simia sabaea), 8 (Simia senicula), 9 (Stentor niger).

[3]) Archiv für pathol. Anat. Bd. 77. S. 120.

gebend nimmt, die obere Ritze als Rest der Quernaht zu betrachten sein, während in dem Falle von Riccardi vielmehr die untere Linie als Quernaht aufzufassen ist. Der erstere Fall, der von Hrn. Gruber, findet seine Analogie in einer anderen Beobachtung des Hrn. Riccardi[1]), der bei einem Schädel aus dem Beinhaus von S. Lorenzo (aus dem 8.—10. Jahrhundert) ausser einer vollständigen Quernaht noch ein besonderes unteres Stück abbildet sowie in einer Angabe des Hrn. Flesch[2]), der bei einem Orang-Utan-Schädel, dem einzigen unter 22 von ihm untersuchten, am linken Jochbogen, ausser einer starken Quernaht, welche übrigens nach hinten nicht an die Sutura zygomatico-temporalis ansetzt, sondern, wie bei den Anencephalen von Breschet, über den oberen Rand des Processus temporalis hinüberläuft, ein besonderes Knochenstück wahrnahm, welches durch eine zackige Naht an den unteren Rand des Processus maxillaris angefügt ist. Ob man aus dieser Beobachtung auch für die Gruber'schen Fälle eine Theromorphie ableiten will, mag dahingestellt bleiben; jedenfalls haben sie eine ganz andere Bedeutung, als der Fall des Hrn. Riccardi, der trotz der eigenen Citate dieses Autors bis jetzt als ein ganz solitärer zu betrachten ist. Auch der einzige Fall des Hrn. Gruber[3]), in dem bei einer doppelseitigen Sutura transversa auf einer Seite 8, auf der anderen 6^{mm} über derselben noch eine Ritze beschrieben wird, deckt sich mit der hier erörterten Beobachtung des Hrn. Riccardi nicht, stimmt dagegen recht gut mit einer anderen Beobachtung desselben[4]), auf welche er jedoch keinen Werth zu legen scheint.

Eine Dreitheilung, wie sie der Hauptfall des Hrn. Riccardi darstellt, lässt sich nur verstehen, wenn man annimmt, dass der aufsteigende Fortsatz des Wangenbeins aus zwei besonderen, über einander gelegenen Ossificationskernen hervorgegangen sei. Breschet[5]) bildete in der That zwei Schädel von menschlichen Fötus und einen von einem Fötus der Simia sabaea (Cercopithecus sabaeus) ab, bei welchen die Spitze des Processus sphenofrontalis

---

[1]) Archivio per l'antrop. 1878. Vol. VIII. p. 11. Tav. I. Fig. IV—V.

[2]) A. a. O. S. 51. Taf. I. Fig. 2.

[3]) Archiv für pathol. Anat. Bd. 77. S. 121.

[4]) Archivio etc. Tav. I. Fig. III.

[5]) Breschet l. c. p. 33—34. Pl. 7. Fig. 2, 3, 6.

durch eine Querlinie, welche vom Orbitalrande horizontal zum Temporalrande hinüberläuft, von dem unteren oder Mittelstück abgegrenzt ist. Obwohl nicht bestimmt angegeben ist, dass das obere Stück ossificirt war, die Abbildungen vielmehr den Gedanken nahe legen, dass nur das Mittelstück knöchern, die „Apophysen" aber noch knorpelig waren, so lässt sich doch nicht in Abrede stellen, dass eine isolirte Ossification des Processus sphenofrontalis vorkommen mag. Hr. Gruber[1]) hat einen Fall beobachtet, wo bei einem jungen Manne neben Defect des Jochbogens auf der rechten Seite „ein abgetrennter Processus frontalis" gefunden wurde; nur war hier keine persistente Quernaht vorhanden und daher nur zum Theil dasjenige gegeben, was den Fall des Hrn. Riccardi zu einem so ausgezeichneten macht. —

Eine andere Besonderheit zeigt sich nicht selten an der inneren oder hinteren Fläche des Wangenbeins. Hier entspricht das Verhalten der Quernaht nicht immer demjenigen an der Aussen- oder Vorderfläche. An letzterer sieht man nämlich in der Regel die Sutura zygomatico-temporalis in der Mitte, zuweilen auch etwas mehr nach oben oder nach unten winklig eingebogen, so dass der ausspringende Winkel nach vorn gerichtet ist und in das Wangenbein eingreift; von der Spitze dieses Winkels beginnt die Quernaht, um sich, meist ziemlich geradlinig, zuweilen leicht gezackt, quer durch das Wangenbein zu der Sutura zygomatico-maxillaris zu begeben, welche ihrerseits gewöhnlich keine erhebliche Veränderung im Verlaufe erkennen lässt. An der hinteren Seite ist dies jedoch häufig anders. Hier drängen sich nicht bloss, wie an der Vorderfläche von dem Jochbogen her, sondern auch vom Oberkiefer aus spitzwinklig vorgeschobene Knochenfortsätze in die Naht vor. Letztere wird dadurch natürlich erheblich verkürzt; ja, zuweilen erreichen sich die Knochenspitzen und verschmelzen mit einander. Hr. Gruber[2]) hat diese Einrichtung, die übrigens häufig auch ohne Persistenz der Quernaht vorkommt, ausführlich beschrieben und ihr den Namen eines Arcus maxillo-temporalis infrajugalis beigelegt. Wie mir scheint, würde der Name retrojugalis weniger

[1]) Gruber Monographie über das zweigetheilte Wangenbein. S. 43.

[2]) W. Gruber Monographie über das zweigetheilte Jochbein. S. 13. 17. Fig. 4. 7. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1873. S. 208. Taf. IV. 1876. S. 230. Taf. VI.

missverständlich sein. Hr. Gruber betrachtet diesen Kieferschläfenbogen als eine Thierbildung, da er bei Erinaceus, Sus, Tapirus, Rhinoceros und Equus constant vorkomme. Er berechnete auf etwa 235 menschliche Schädel einen der Art, jedoch traf nur 8 mal der Kieferschläfenbogen mit Persistenz der Quernaht zusammen[1]). Neuerlich[2]) berichtet er genauer, dass er seit 1873 noch 13 mal unter etwa 1200 Schädeln (= 1 pCt.) den Arcus gefunden habe. Die Zahl der in seiner Sammlung befindlichen Schädel mit dem Arcus betrug im Ganzen 39; darunter hatten die erwähnten 8 auf einer oder beiden Seiten ein getheiltes Wangenbein. Mehrere ähnliche Fälle von Combination der Quertheilung des Wangenbeins mit retrojugalen Fortsätzen, welche allerdings nicht immer einen vollständigen Bogen darstellen, beschreiben die HHrn. Flesch[3]) und Amadei[4]). Bei meinen Schädeln mit Quernaht ist dies Verhältniss fast constant; man sieht bei allen 6 längere Spinae, bald von einer, bald von beiden Seiten her sich vorschieben, und bei einigen, namentlich bei den Schädeln einer Tagalin und einer Nordholländerin, ist der Arcus fast ganz geschlossen.

Hr. Gruber[5]) unterschied von diesem eigentlichen Kieferschläfenbogen den Arcus infrajugalis, von dem ihm bis dahin nur ein einziges, von C. Dieterich an einem Spanierschädel beobachtetes, vollständiges Beispiel bekannt war. Er selbst konnte Anfangs nur einen approximativen Fall beibringen. Indess hatte schon Hr. De Lorenzi[6]) am Schädel eines 6jährigen Kindes neben Persistenz der Quernaht den unteren Bogen angetroffen: il pezzo inferiore del malare continuasi coll' angolo zigomatico del massellare superiore, e sembra un processo arcuato che completi l'ansa del capo. Gleichzeitig war das untere Stück des Wangenbeins mit dem Oberkiefer verschmolzen. Beiläufig bemerkt dieser Beobachter übri-

---

[1]) Archiv für pathol. Anat. Bd. 77. S. 115.

[2]) W. Gruber Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. Berlin 1879. Heft II. S. 31.

[3]) Verhandl. der Würzb. phys.-medic. Gesellschaft. 1876. Neue Folge. Bd. 10. S. 47.

[4]) Archivio per l'antropologia etc. 1877. Vol. VII. p. 3, 6, 7, 8, 9.

[5]) W. Gruber Monographie S. 46. Anm. Archiv für Anatomie u. s. w. 1873. S. 232.

[6]) Archivio per l'antropologia etc. 1872. Vol. II. p. 282.

ganz, dass er schon an vielen Schädeln von dem Jochfortsatz des Schläfenbeins eine Knochenspitze unterhalb des Wangenbeins bis zum Oberkiefer habe verfolgen können. Seitdem hat Hr. Gruber[1]) selbst noch 2 Fälle von vollständigem Arcus infrajugalis angetroffen, einen davon an demselben Wangenbein neben einem Arcus retrojugalis.

Ob dieser „untere Kieferschläfenbogen" mit den uns hier beschäftigenden Dingen gar nichts zu thun hat, scheint mir eine offene Frage zu sein. Ich werde am Schlusse dieser Abhandlung den Schädel einer Nordholländerin aus dem Dorfe de Rijp genauer beschreiben, an welchem das untere Stück eines getheilten Wangenbeins so schmal ist und so sehr einem Arcus infrajugalis gleicht, dass ich erst bei genauerer Betrachtung die Überzeugung gewinnen konnte, es sei wirklich durch Persistenz einer Quernaht gebildet. Es genügt in einem solchen Falle von ganz marginaler Lage des abgetrennten Stückes, dass dasselbe vorn oder hinten durch Synostose der Grenznaht sich mit dem Oberkiefer oder dem Schläfenbein vereinigt, um einen regulären Arcus herzustellen. Indess will ich damit kein Urtheil über die fremden Beobachtungen ausgesprochen haben; vielleicht entnehmen die Herren Collegen aus meiner Mittheilung nur die Veranlassung, ihre Fälle noch einmal nachzusehen.

Wie ist nun die eigentliche Quertheilung des Wangenbeins genetisch aufzufassen? Schon Laurillard erklärte, dass sie nicht als eine bloss accidentelle Einrichtung aufgefasst werden dürfe, da sie auch bei Affen vorkomme. Breschet nahm diesen Gedanken auf, indem er sie auf die Entwickelungsgeschichte zurückführte und ihr zugleich in der vergleichenden Anatomie eine breitere Begründung gab. Er nahm an, dass das Wangenbein regelmässig aus zwei Stücken bestehe: einer Portio orbitalis und einer Portio maxillo-temporalis, von denen die letztere die wichtigere (la portion principale de l'os), die erstere die unwichtigere und daher bei vielen Säugethieren nicht zur Entwickelung gelangende sei. Gelegentlich erhalte sich das ursprüngliche Verhältniss auch beim Menschen, wie es bei manchen Säugethieren constant sei. Nimmt man diese Auffassung an, die, wie mir scheint, den Thatsachen

[1]) W. Gruber Beobachtungen aus dem Gebiete der menschl. und vergl. Anatomie. Heft II. S. 26. Taf. III. Fig. 7—9. Taf. IV. Fig. 1—2.

entspricht, so dürfte es vorzuziehen sein, das untere Stück als den Körper des Wangenbeins zu bezeichnen und das obere Apophysis orbitalis zu nennen.

Die hauptsächliche Schwierigkeit für diese Auffassung lag in der Embryologie. Obwohl schon Portal[1]) angegeben hatte, dass das Wangenbein von 2 oder 3 Kernen aus ossificire, von denen der eine die Mitte der Orbitalportion einnehme, und obwohl auch Spix[2]) an einem acephalen (soll heissen anencephalen) Fötus 3 Stücke persistiren sah, überdies einige gute Gründe für die ursprüngliche Dreitheilung der Anlagen anführte[3]), so war doch seit Meckel die Annahme ganz allgemein, dass das Wangenbein aus einem einzigen Knochenpunkte hervorgehe. Erst Breschet hat auch in diesem Punkte eine Änderung herbeigeführt. Er wies nach, dass allerdings bei der Mehrzahl auch sehr junger Fötus nur ein Verknöcherungscentrum vorhanden sei, dass jedoch in einer kleinen Zahl von Fällen 2, ja einigemal 3 getrennte Knochenkerne gefunden werden. Seine Abbildungen (Pl. 7. Fig. 2—5) lassen dies deutlich erkennen. Die HHrn. Rambaud und Renault[4]) sind noch einen Schritt weiter gegangen, indem sie erklärten, dass das Wangenbein stets aus 3 Knochenkernen erwachse: einem für den Körper und zwei, einem oberen und einem vorderen, für den Orbitaltheil. Nach ihrer Darstellung seien diese Kerne am Ende des zweiten Monats noch ganz getrennt, und noch bis zum Ende des vierten könne man an der hinteren Fläche die Trennungsfurchen

---

[1]) Ant. Portal Cours d'anatomie médicale. Paris 1803. T. 1. p. 194. Annotationes ad Lieutaud Hist. anatom. med. Paris 1776—77.

[2]) J. B. Spix Cephalogenesis seu capitis ossei structura, formatio et significatio. Monachi 1815. p. 19.

[3]) Die Stelle bei Spix (l. c. p. 18) lautet: Os zygomaticum, quando in embryone lucem versus aspicias, plures atque diversae massae tanquam totidem ossificationis puncta oculis tuis se sistunt, eo quidem modo, ut foramina malaria crebro plura et nonnunquam ad canalem confluentia marginem oculi internum ab osse reliquo, uti et alia separationis praecedentis in transversum nota processum ossis zygomatici frontalem et malarem, qui posterior in forma fere condyli cum maxilla superiore in embryone articulatur, ideoque totum os in totidem tria ossa singularia, quot processus habet, dispescere videantur.

[4]) A. Rambaud et Ch. Renault Origine et développement des os. Paris 1864. p. 162. Pl. XIII. Fig. 4 et 5.

erkennen. Dagegen hält Hr. Kölliker[1]), gestützt auf die Autorität des Hrn. Quain, an nur 2 Kernen fest.

Es wird daher noch weiterer Untersuchungen bedürfen, um diese Frage zu entscheiden. Möglicherweise spielen pathologische Beobachtungen dabei eine zu grosse Rolle. Denn nicht bloss Spix, sondern auch Breschet (Pl. 7. Fig. 4 et 5) stützen sich, wenigstens zum Theil, auf Erfahrungen an anencephalen Fötus. So erklärt es sich vielleicht auch, dass, wie Breschet angiebt, bald der obere, bald der untere Theil zuerst ossificirt, wodurch er den Widerspruch zwischen Mayer und Portal einerseits und Senff andererseits lösen will. Für die Erklärung des häufigeren Verhältnisses, nämlich der Zweitheilung, genügt es zu wissen, dass die Orbital-Apophyse in der That aus einem selbständigen Kern neben dem Körper des Wangenbeins erwächst, und dass das Vorkommen einer Quertheilung auf einer Persistenz der ursprünglichen Zwischenmasse beruht. Daher kann man nicht, wie Hr. Barnard Davis thut, von einem Os zygomaticum accessorium sprechen, wo der eigentliche Körper des Wangenbeins gemeint ist; vielmehr muss ein solcher Ausdruck vorbehalten werden für die Fälle, wo sich unterhalb des Körpers noch ein besonderer Nebenknochen entwickelt. Solche Fälle habe ich vorher von Gruber und Riccardi angeführt; eben dahin gehört die Beobachtung des Hrn. Flesch vom Orang Utan. Eine Art von Annäherung daran stellen die, von Hrn. Gruber[2]) in einer Reihe von Fällen nachgewiesenen „supernumerären" Knochen im Jochbogen dar, von denen einzelne freilich einfache Schaltknochen der Sutura zygomatico-temporalis sind, andere dagegen „das Tuberculum massetericum des Zygomaticum substituiren". Ich selbst habe nur einen Fall, in welchem ein solcher Schaltknochen vorhanden ist. Unter einer Anzahl von wahrscheinlich dravidischen Schädeln, welche Hr. Jagor am Seestrande westlich von Trevandrum aufgelesen hat, befindet sich einer (Td 95), bei welchem auf der linken Seite ein unregelmässig dreieckiges Stück des Wangenbeinkörpers, welches hart an dem unteren

---

[1]) Alb. Kölliker Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Zweite Aufl. Leipzig 1879. S. 475. (Nach Quain's Anatomy. 8th Edit. p. 72.)

[2]) Archiv für Anatomie u. s. w. 1873. S. 307. Taf. VII. Beobachtungen u. s. w. Heft II. S. 32. Taf. III. Fig. 3—4.

Ende der Sutura zygomatico-maxillaris gelegen ist, durch Nahtlinien umgrenzt ist.

Die Dreitheilung des Wangenbeins, wie sie Hr. Riccardi gesehen hat, lässt sich auf dasjenige Schema eines dreifachen Knochenkernes, welches man sich nach den Schilderungen und Abbildungen von Spix, und von Rambaud und Renault vorstellen muss, kaum zurückführen. Man müsste denn annehmen, dass das untere Stück dem Körper des Wangenbeins, das mittlere und obere zusammen dem Orbitalfortsatze desselben entsprechen, und dass sich die beiden letzteren in anomaler Weise entwickelt haben, indem der vordere Knochenkern (der Processus orbitalis von Spix) sich zwischen den oberen (den Processus frontalis) und unteren (den Processus malaris Spix) eingedrängt habe. Dies ist eine mögliche, aber immerhin recht gezwungene Deutung, und ich habe daher schon oben, als ich den Fall besprach, den Versuch gemacht, ihn im Anhalt an die Abbildungen von Breschet auf eine isolirte Ossification des Processus sphenofrontalis zu beziehen. Sollte sich herausstellen, dass eine solche isolirte Ossification normaler Weise nicht vorkommt, so bliebe nichts anderes übrig, als den Fall auf eine gröbere Anomalie zurückzuführen, wie sie am Parietale zuweilen vorkommt, nämlich auf Spaltung einer ursprünglich einfachen Anlage. Auf die Möglichkeit der Bildung solcher abnormen Spaltungen weisen auch die angeführten Beobachtungen des Hrn. Gruber, am meisten diejenige, wo neben vollständiger Persistenz der Quernaht, und zwar über derselben, jedoch noch unterhalb des eigentlichen Orbitalfortsatzes, besondere „Ritzen" vorkamen.

Hr. Gruber leitet aus diesen Beobachtungen Zweifel her in Bezug auf die Deutung der Fälle, in welchen bloss hintere Ritzen vorhanden sind. Man kann, wie mir scheint, diese Zweifel für eine Reihe von Fällen als berechtigt anerkennen, namentlich für diejenigen, wo die Ritze an einer Stelle vorkommt, welche dem gewöhnlichen Sitze der Quernaht nicht entspricht. Dahin rechne ich nach den mir vorgekommenen Fällen namentlich diejenigen, wo die Querritze sehr hoch sitzt, z. B. dicht unter dem oberen Ende der Sutura zygomatico-temporalis. Aber die Lage der Quernaht selbst variirt in ziemlich weiten Grenzen, und es ist daher schwer, wenn nicht vielleicht im gegenwärtigen Augenblick unmöglich, ein für alle Fälle zutreffendes Kriterium zu finden. Die Angaben des Hrn.

Gruber[1]) sind jedenfalls nicht ausreichend. Er erkennt an, dass es ausser dem Zygomaticum perfecte bipartitum auch ein Zygomaticum imperfecte bipartitum gebe, insofern „nach längerer oder kürzerer Dauer der Zweitheilung theilweise Verwachsung der secundären Stücke eintritt". Er sagt ferner: „Ritzen in der Linie der fötalen Trennung des Zygomaticum in eine Portio orbitalis und Portio maxillo-temporalis deuten die frühere Theilung an", und er fügt hinzu: „andere Merkmale dürfte es kaum geben". Diesem Zugeständniss gegenüber ist es mir nicht recht verständlich, wie Hr. Gruber nur von einem einfachen Zygomaticum sprechen will, „wenn am fötalen Zygomaticum durch Bildungshemmung der Streifen zwischen der Portio orbitalis und Portio zygomatico-temporalis an einem seiner Enden oder an beiden nicht ossificirt und dieser Ossificationsmangel nach der Geburt bis ins hohe Alter an diesen Stellen eine persistirende Ritze zurücklässt", oder, wie er sich an einer anderen Stelle ausdrückt, wenn das Zygomaticum „in einer der Sutura transversa der Zygomatica bipartita entsprechenden Linie hinten oder vorn Ritzen aufweist", weil „in Folge von Ossificationshemmung an der genannten Furche hinten oder vorn die vollständige Ossification permanent ausbleibt". Ich bin ganz ausser Stande, aus diesen Angaben irgend eine Verschiedenartigkeit der Fälle zu ersehen. Was Hr. Gruber hier gegenüberstellt, ist die theilweise Ossification der Sutura transversa und die theilweise Ossificationshemmung (Bildungshemmung) in einer dieser Naht entsprechenden Linie. Damit sind aber nur zwei Seiten desselben Vorganges ausgedrückt: der eine Theil der Naht ossificirt, der andere erfährt die Hemmung der Ossification; je nachdem man die eine oder die andere dieser Seiten ins Auge fasst, kann man natürlich den Vorgang verschieden bezeichnen. Im Ergebniss kommt aber Beides auf dasselbe hinaus, und ich bin daher geneigt, die Mehrzahl aller „Ritzen", namentlich der hinteren, als wirkliche Überreste der alten Quernaht anzuerkennen.

In den Fällen von vollkommener Persistenz verläuft die Quernaht in der Regel ziemlich gerade und mehr oder weniger horizontal durch das Wangenbein, so jedoch, dass sie in ihrem vorderen Abschnitte weiter von dem unteren Rande entfernt bleibt, als in ihrem hinteren Abschnitte. Aber diese Entfernung ist eine sehr

[1]) Archiv für pathol. Anat. Bd. 77. S. 117—122.

wechselnde. Bei 4 von den, von mir aufgefundenen 6 Fällen beträgt die vordere Höhe des unteren Stückes 13—15^{mm}, aber bei dem Birmanen erreicht sie nur 7,5^{mm} und bei der Nordholländerin gar nur 6^{mm} an der höchsten Stelle. Hr. Riccardi[1]) maass bei einem Schädel von Isola del Liri die vordere Höhe des unteren Stückes nur zu 4^{mm}, und Hr. Hyrtl[2]) sagt von einem Wangenbein von Melk: Sutura ad inferiorem marginem ossis zygomatici prope accedit, et angustum ejus gracilemque tractum a reliquo zygomatis robustissimi corpore separat. Je niedriger die Naht vorn liegt, um so mehr nähert sie sich hinten, an der Sutura zygomatico-temporalis, dem unteren Rande; ja sie kann in denselben selbst einmünden, wie in einem Falle von Hrn. De Lorenzi[3]), oder gar noch vor demselben an dem unteren Rande des Wangenbeins endigen, wie in einem Falle von Hrn. Gruber[4]). Die grössere Variabilität betrifft demnach die Insertion der Quernaht an der Sutura zygomatico-maxillaris in deren unteren Hälfte, während sie nach oben die Mitte derselben nur wenig zu überschreiten pflegt. Daher muss ich anerkennen, dass die Deutung einer hinteren Ritze als eines Restes der Quernaht um so bedenklicher wird, je höher sie liegt, und dass namentlich diejenigen Ritzen, welche ganz hoch, also nahe unter dem oberen Rande des Jochbogens oder gar an oder oberhalb desselben, wie bei gewissen Affen, ansetzen, vielleicht ganz auszuschliessen sind.

Es giebt aber noch ein anderes, werthvolles Zeichen für die Deutung einer Ritze als eines Restes der Quernaht, das freilich auch nur einen relativen Werth hat, nämlich die winklige Ausbiegung der Jochbogennaht nach vorn (Fig. 2 und 4). Nimmt diese Naht nicht, wie sonst gewöhnlich, einen geraden oder einfach gebogenen Verlauf, sondern zeigt sie in ihrer Mitte oder in der Nähe derselben eine Art von Einknickung, wodurch ein winkliger oder gar spitzwinkliger Vorsprung gegen das Wangenbein gebildet

---

[1]) Archivio per l'antropologia 1878. Vol. VIII. p. 8. Tav. I. Fig. III.

[2]) Josephus Hyrtl Cranium cryptae Metelicensis sive syngnathiae verae et spuriae casus singularis. Vindob. 1877. p. 25.

[3]) Giovanni De Lorenzi Tre nuovi casi d'anomalia dell' osso malare. Torino 1872 (Estr. dal Giornale della R. Accademia di medicina di Torino). Fig. II.

[4]) Archiv für pathol. Anat. Bd. 77. S. 114. 121.

wird, und setzt genau an diesen Winkel die hintere Ritze an, so lässt sich bestimmt annehmen, dass sie ein nicht ossificirter Rest der Quernaht sei. Freilich giebt es einzelne Fälle, wo der Winkel fehlt oder sehr schwach ist, und wo man trotzdem aus der Lage der Ritze oder aus ihrer tiefen, die ganze Dicke des Knochens durchsetzenden Ausdehnung ein positives Urtheil ableiten kann, aber die Geschichte der Bildungsabweichung verleiht dem zuerst geschilderten Verhältniss eine besondere Beweiskraft.

Es wird sich dies besser ersehen lassen, wenn ich die Wirkungen, welche die Persistenz der Quernaht auf die Gestalt und Grösse des Wangenbeins ausübt, näher darlege. Fast alle Beobachter haben bemerkt, dass die gewöhnliche Folge davon eine Vergrösserung des Knochens ist. In der That bestätigt sich hier das früher von mir formulirte Gesetz, dass offene Nähte ein vermehrtes Wachsthum der Knochen begünstigen. Schon für die grobe Betrachtung ist die Grösse der getheilten Wangenbeine sehr auffällig. Aber — und auch das ist für eine frühere Aufstellung von mir ein guter Belag — dieses vermehrte Wachsthum erfolgt wesentlich in einer Richtung, welche senkrecht auf die offene Naht ist, d. h. in der Höhe. Bei dem Japaner-Schädel (Fig. 1) ist das rechte getheilte Wangenbein um 6^{mm} höher, als das linke nicht getheilte. Anders ist es in der Breite. Zuweilen ist dieselbe auf der Seite des getheilten Wangenbeins oben um ein Minimum grösser, als auf der Seite des nicht getheilten; in der Regel ist das Umgekehrte der Fall. Dabei muss man jedoch die verschiedenen Gegenden scharf unterscheiden. Ich will der Kürze wegen eine obere, mittlere und untere Breite bezeichnen. Als obere meine ich die gerade Entfernung des oberen Endes der Sutura zygomatico-temporalis von dem vorderen Ende des Processus orbitalis inferior. Als mittlere nehme ich für die getheilten Wangenbeine die Entfernung des vorderen Endes der Quernaht an der Sutura zygomatico-maxillaris von dem hinteren Ende derselben an der Sutura zygomatico-temporalis, für die nicht getheilten Wangenbeine ungefähr die Distanz der mittleren Theile beider Grenznähte von einander oder die Stelle der grössten Annäherung beider an einander. Die untere Breite messe ich von dem unteren Ende der Jochbogennaht horizontal zu dem unteren Abschnitte (gewöhnlich oberhalb des unteren Endes) der Kiefer-Wangenbeinnaht.

Hier ergiebt sich nun, wie schon Hr. Gruber[1]) bemerkt hatte, bei Persistenz der Quernaht jedesmal eine erhebliche Verkürzung der mittleren Breite. Aus der beigefügten Tabelle ist dies leicht zu übersehen. Bei dem Japaner-Schädel Nr. 1 hat die Quernaht eine Länge von 21^{mm}, dagegen beträgt die mittlere Breite auf der anderen, nicht getheilten Seite 26^{mm}. Dieselbe Zahl 26 ergiebt sich als Mittel aus den 5 anderen Japaner-Schädeln. Die Quernaht des Aino-Schädels hat eine Länge von 23^{mm}, während die mittlere Breite des nicht getheilten Aino-Schädels 27^{mm} beträgt. Bei dem Solokker erhalte ich auf der Seite der Theilung 21, auf der normalen 27^{mm}; bei der Nordholländerin auf der getheilten Seite 17, auf der nicht getheilten 24^{mm}. Am geringsten ist die Differenz bei dem Birmanen, nämlich 26,5 gegen 28,5.

Das Gegentheil gilt für die untere Breite, welche fast immer um ein Beträchtliches grösser ist, als die mittlere. Die Differenz zwischen der unteren und der mittleren Breite beträgt in meinen Fällen an der getheilten Seite zweimal 4, je einmal 5, 8, 9,5 und 15,5^{mm}. Daraus folgt von selbst, dass sowohl die hintere, als die vordere Grenznaht des Wangenbeins nach unten hin auseinandergehen. Wenn nun auch die obere Breite keine grossen Unterschiede ergiebt, so ist doch an sich der Verlauf der Sutura zygomatico-maxillaris so weit nach vorn ausgelegt, dass die Bildung eines nach rückwärts ausspringenden Winkels an der Stelle des Ansatzes der Quernaht sich von selbst ergiebt. Hinten, an der Jochbogennaht, ist dies jedoch meist in viel höherem Maasse der Fall, und daher ist die vorhandene winklige Einknickung auch ein gutes Zeichen, dass die sich daran ansetzende Ritze ein wahrer Quernahtrest ist.

Die Verminderung der mittleren Breite mag einigermaassen in Abhängigkeit von den schon erwähnten Vorgängen an der hinteren (inneren, sphenomaxillaren) Seite des Knochens sein. Hier finden wir jene Verlängerung der Spinae zygomaticae, welche sich vom Schläfenbein und vom Oberkiefer aus vorschieben und sich zuweilen zu einem wirklichen Arcus maxillo-temporalis vereinigen. In meinen Fällen ist es namentlich die Spina des Oberkiefers, welche weit vordringt, so dass sie sich der des Schläfenbeins bis auf 5, 4, 3^{mm} oder noch mehr nähert. Ein nahezu vollständiger Ar-

[1]) W. Gruber Monographie u. s. w. S. 27.

cus ist in zwei der mir vorliegenden Fälle zu Stande gekommen; Hr. Gruber hat mehrere Beispiele dafür beigebracht. Dieses vermehrte Wachsthum der Nachbarknochen, namentlich des Oberkiefers, macht sich auch sonst bemerkbar. Am häufigsten nimmt der Processus zygomaticus des Oberkiefers an Umfang beträchtlich zu; vornehmlich schwillt die Grenzstelle an der Sutura zygomatico-maxillaris zu einem mächtigen, nach unten und vorn vorspringenden Höcker an, an dessen Bildung sich nicht selten auch der Wangenbeinkörper (die Portio zygomatico-maxillaris) betheiligt. Seltener kommt es auch hinten, an der unteren Grenze der Jochbogennaht, zur Bildung eines ähnlichen, freilich kleineren Höckers. Am stärksten ist diese accessorische Hyperostose bei dem Solokker, bei dem selbst an dem Processus orbitalis inferior, über den Foramina infraorbitalia, förmlich exostotische Vorsprünge stehen.

Gewiss ist es kein blosser Zufall, dass dieses vermehrte Wachsthum der Nachbarknochen mit der defecten Synostose der einzelnen Abschnitte des Wangenbeins zusammentrifft. Freilich findet sich dasselbe, und zwar in sehr ausgezeichnetem Grade, gelegentlich auch ohne Persistenz der Quernaht; letztere ist also keine nothwendige Folge davon. Nichtsdestoweniger dürfte sowohl der mechanische Effect, als auch die reizende Einwirkung der sich von beiden Seiten retrojugal vorschiebenden Knochenspitzen einen bestimmenden Einfluss auf das Offenbleiben der Naht ausüben. Es wird eine Aufgabe der weiteren Untersuchung sein, festzustellen, ob ein prämatures Wachsthum der Nachbarknochen thatsächlich nachgewiesen werden kann.

Das Wangenbein findet einen Ersatz für diese retrojugalen Beeinträchtigungen, welche allerdings in hohem Maasse eine theromorphe Bedeutung haben, in seinem vermehrten Wachsthum in der Höhe und Dicke. Was die erstere betrifft, so will ich zu dem, was ich darüber anführte, noch hinzufügen, dass auch der Processus temporalis des Wangenbeins in der Regel erheblich an Höhe (Breite) zunimmt. So beträgt bei dem Aino mit getheiltem Knochen diese Höhe 25, bei dem anderen mit blosser hinterer Ritze 17,5 mm. Indess sind diese Differenzen weniger constant, ja bei dem Birmanen hat sogar die normale Seite eine um 2 mm beträchtlichere Höhe, als die quergetheilte.

Viel auffälliger ist die Dickenzunahme. Man sieht gewöhnlich die äussere Fläche des ganzen Knochens mehr gewölbt, nicht

selten unregelmässig hügelig, wobei die Nahtgegenden vertieft bleiben. Namentlich schwillt die Mitte des Knochens dicht über der Quernaht zuweilen zu einer Art von vorstehendem Höcker an. Bei dem Solokker bildet der Knochenrand gegen die Sutura zygomatico-maxillaris an ihrem oberen Abschnitt eine förmliche Leiste. Der Processus orbitalis superior (frontalis) wird in der Regel ungewöhnlich breit und dick; fast immer springt die Tuberositas marginalis temporalis sehr stark vor. Die Zahl der Foramina zygomatica ist gewöhnlich vermehrt bis zu 3 und 4, und die einzelnen Löcher sind erweitert. Auch gegen die Orbita drängt sich der Knochen stärker vor; die Naht gegen das Stirnbein und Keilbein ist nicht selten stark zackig, und die Orbitalfläche des aufsteigenden Fortsatzes vorgewölbt.

Wenn ich hier noch einmal auf die Augenhöhlen zurückkomme, so will ich mich im Wesentlichen auf die Japaner und Ainos beschränken, da eine generelle Behandlung der Frage von dem Einflusse des Wangenbeins auf die Gestaltung der Orbita etwas zu weit über die Grenzen der heutigen Aufgabe hinausgreifen würde. Die Vergleichung der Zahlen für den Orbital-Index in der Schlusstabelle lehrt ohne Weiteres, dass durch die Persistenz der Quernaht eine bestimmte Form der Augenhöhle nicht bedingt wird: hier stehen Indices von 77,2 (Birmane) und 83,3 (Aino) solchen von 90,6 (Nordholländerin), 92,3 (Japaner) und 93,3 (Solokker) gegenüber. Eine specielle Erörterung ist nur innerhalb der einzelnen ethnologischen Gruppen ausführbar, und hier mag es genügen, aus den früher angeführten Gründen, die Vergleichung auf Japaner und Ainos zu beschränken.

In dieser Beziehung möchte ich zunächst eine wichtige Differenz hervorheben, welche bis jetzt nicht genügend gewürdigt ist. Ich finde einen durchgreifenden Unterschied in der Bildung der Orbitae zwischen Japanern und Ainos. Die letzteren haben eine niedrigere und breitere, gedrückt viereckige, oben abgeflachte, unten schwach ausgetiefte Augenhöhle; die ersteren dagegen zeigen eine verhältnissmässig hohe, nach oben und unten ausgewölbte Orbita, deren Seitentheile stark nach innen dringen. Das hängt zum Theil von den Wangenbeinen, zum Theil von der Nasenbildung ab, welche bei den Japanern mehr flach und breit, bei den Ainos mehr vortretend und schmal ist. Der Unterschied drückt sich in den Orbital-Indices sehr deutlich aus. Bei den

Ainos erhalte ich als Mittel aus sämmtlichen (rechten und linken) Indices die Zahl

79,4,

dagegen bei den Japanern

87,0

(rechts 86,3, links 87,7). Der einzige Autor, der, soviel ich sehe, diesen Index sonst bestimmt hat, Hr. Flower[1]), hat noch grössere Unterschiede. Ich berechne aus seinen Einzelangaben für die Ainos (aus 2 Fällen)

78,6,

für die Japaner (7 Fälle)

92,5.

Die Grösse der letzteren Zahl erklärt sich daraus, dass Hr. Flower den Querdurchmesser der Orbita nur vom inneren Rande des Thränenkanals an misst, während ich den äusseren Rand wähle. Indess der Fehler ist gleichgültig, wenn man die Differenz zwischen Ainos und Japanern allein ins Auge fasst. Dieselbe beträgt bei mir 7,6, bei Hrn. Flower 13,9, — ein gewiss sehr bemerkenswerthes Resultat, welches die Frage von der Mischung der Japaner mit den Ainos in einem weniger günstigen Lichte erscheinen lässt.

Welche Abweichungen innerhalb dieser Verhältnisse macht nun die Persistenz der Quernaht? So viel mir scheint, erhöht sie den Index. Der Orbitalindex des Aino mit getheiltem Wangenbein steht um 3,9, der des Japaners um 5,3 über dem Mittel. Auch ist in der Regel der Index bei demselben Individuum auf der getheilten Seite höher, als auf der nicht getheilten, obwohl hier das Resultat weniger sicher ist, da meist auch die nicht getheilte Seite eine längere Ritze zeigt, also in normaler Weise entwickelt ist. Bei dem Solokker zeigt sich in der That kein Unterschied in dem Index der beiden Seiten, indess ist bei demselben auch das nicht getheilte Wangenbein nur um 1^{mm} niedriger, als das getheilte, und die Grösse der Ritze, sowie die tiefe Einfurchung der Mitte auf der nicht getheilten Seite beweist, dass auch hier ursprünglich die Naht persistirte. Am auffälligsten ist die Differenz der beiden Seiten bei der Nordholländerin, wo sie 7,1 zu Gunsten der getheilten Seite beträgt.

Es kann endlich gefragt werden, ob die vergleichende Ana-

[1]) Flower l. c. p. 119—120.

tomie genügende Aufklärung über die Existenz eines getheilten Wangenbeins gewährt. In dieser Beziehung ist zunächst hervorzuheben, dass es aller Wahrscheinlichkeit nach auch bei den Säugethieren Einzelfälle giebt, in denen das Wangenbein getheilt bleibt, ohne dass diese Theilung eine typische Eigenthümlichkeit der Art oder Gattung darstellt. Eine grössere Zusammenstellung hat Hr. Gruber[1]) geliefert. Ich will daraus nur erwähnen, dass er selbst bei einem Wombat (Phascolomys wombatus) die Theilung fand, bei einem anderen dagegen keine Spur davon wahrnahm. Auch die älteren Angaben von Laurillard und Breschet haben, wie spätere Untersuchungen ergeben haben, mehrfach bloss individuelle Vorkommnisse betroffen. Leider stützt sich ein grosser Theil dieser Untersuchungen, wie in der vergleichenden Anatomie so oft, auf ein ganz kleines Material, während doch auch von den Thieren grössere Reihen von Schädeln zur Vergleichung stehen sollten. Auf der anderen Seite gehört gerade das Wangenbein zu einer Reihe von Knochen, deren Stellung in der Entwickelungsreihe grosse Schwierigkeiten darbietet. So erklärt es sich, dass alle möglichen Parallelen aufgestellt worden sind. Am weitesten ging Garbiglietti, der das untere Stück des getheilten Wangenbeins mit dem Hypotympanicum oder dem Os quadrato-jugale der niederen Wirbelthiere verglich, — ein Versuch, der schon von Hrn. Morselli[2]) zurückgewiesen ist. Indess ist auch dieser Autor geneigt, in der Theilung des Wangenbeins eine Thatsache des Atavismus zu sehen, wie er bei Myrmecophaga, Castor, Hystrix, Hippopotamus und einigen Affen typisch vorkomme. Darnach würde es sich beim getheilten Wangenbein des Menschen um eine ausgemachte Theromorphie handeln. Indess sind, so viel ich sehe, diese Verhältnisse keineswegs genügend geklärt, um ein endgültiges Urtheil zu sprechen. Die Zusammenstellungen des Hrn. Gruber[3]) haben dargethan, wie vielerlei Verhältnisse bei den einzelnen Säugethierarten zu unterscheiden sind; die besondere Frage von der Trennung der Portio orbitalis von dem eigentlichen Wangenbeinkörper ist dabei so wenig berücksichtigt,

---

[1]) W. Gruber Monographie u. s. w. S. 28 ff.

[2]) Enrico Morselli Sopra una rara anomalia dell' osso malare. Modena 1872. p. 31.

[3]) W. Gruber Monographie u. s. w. S. 38.

dass die meisten Zootomen, so auch noch neuerlich Hr. Giebel[1]), in ihrer Darstellung auch nicht im Mindesten darauf eingehen.

Damit schliesse ich meine Besprechung und füge nur noch eine kurze Charakteristik der in der Maasstabelle aufgeführten Schädel hinzu:

1) Japaner.

1) Schädel, der anthropologischen Gesellschaft gehörig, von Prof. Dönitz geschenkt, mit vollständiger Persistenz der rechten Quernaht (Fig. 1). Die Naht ist feinsägeförmig, sonst geradlinig, 21^{mm} lang; sie setzt hinten an die Spitze eines weit vorgeschobenen Winkels in der Mitte der Jochbogennaht, vorn an eine, gleichfalls winklig nach rückwärts eingebogene Stelle der Sutura zygomatico-maxillaris an. An der hinteren (inneren) Seite des Wangenbeins sind die Sutura zygomatico-temporalis und der hintere Theil der Quernaht obliterirt, dagegen schiebt sich vom Oberkiefer her eine spitzwinklige Spina vor, an welche sich eine kurze gebogene Nahtlinie anschliesst. Die ganze äussere Fläche des Wangenbeins, deren oberer Theil mehr schräg nach aussen und hinten gerichtet ist, erscheint dick, grobhügelig und durch die stark vertiefte Lage der Quernaht gleichsam lappig. Der Marginalhöcker ist kräftig. Das untere Stück (der Körper des Wangenbeins, Portio maxillo-temporalis) ist gross und glatt, nach vorn und unten, wo es mit dem sehr vergrösserten Processus zygomaticus des Oberkiefers einen stark höckerigen, weit vorspringenden Höcker bildet, sehr uneben; über die Mitte desselben läuft die Sutura zygomatico-maxillaris, dicht dahinter eine schräge Furche. Am aufsteigenden Fortsatz (Portio orbitalis) liegen in einer Reihe, parallel dem Orbitalrande, 4 Foramina zygomatica. Die Orbita ist hoch und schmal, mit einem hypsikonchen Index (92,3); die äussere Wand tritt stärker vor und zeigt eine stark zackige Sutura zygomatico-frontalis et sphenoidealis. Die Fissura orbitalis inferior ist breit, namentlich vorn geradezu buchtig.

Auf der linken Seite ist das Wangenbein erheblich kleiner, namentlich in der Höhe (um 6^{mm}), jedoch auch etwas in der Breite.

---

[1]) Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reiches, fortgesetzt von C. G. Giebel. Leipzig und Heidelberg 1874. Bd. VI. Abth. V. Mammalia. S. 76.

Die Jochbogennaht zeigt in der Mitte eine starke, nach vorn spitzwinklig vortretende Schnebbe und auf der Mitte der äusseren Fläche eine grosse, flachhöckerige Anschwellung, zum Zeichen, dass auch hier ursprünglich eine Quernaht vorhanden war. Retrojugal sieht man eine mässige Spina des Oberkiefers, dagegen eine grosse des Schläfenbeins; der 6^{mm} lange Zwischenraum zwischen beiden ist durch eine feine Furche bezeichnet. Längs der Orbitalrandes liegen hier 2 Foramina. Der Orbitalindex, obwohl etwas kleiner (90), ist doch hypsikonch; die Sutura zygomatico-frontalis et sphenoidealis auch hier langzackig.

Der rechte Oberkiefer erscheint durchweg grösser. Sowohl der Jochbogen, als der Wangenhöcker treten stärker vor. Auch das Foramen infraorbitale ist auf dieser Seite grösser, wenigstens höher.

2) Schädel eines der anthropologischen Gesellschaft von Hrn. Dönitz geschenkten Skelets, mit einem ganz feinen, nur schwach sichtbaren hinteren Spalt jederseits (rechts 2, links 3^{mm} lang). Retrojugal sieht man über die Mitte eine quer verlaufende Furche, sonst nichts Abweichendes. Die Wangenbeine sind schief nach aussen und hinten gerichtet und treten unten stark vor. Der untere Wangenhöcker ist ungemein kräftig entwickelt, wozu jedoch die Grösse des Jochfortsatzes vom Oberkiefer das Meiste beiträgt. Am unteren Ende der Sutura zygomatico-maxillaris ist der Höcker scharf eingeschnitten oder eigentlich getheilt. Auf der rechten Seite, wo der Jochfortsatz des Oberkiefers weit über das Wangenbein hinübergreift, sieht man vor der Nahtlinie einige durchbrochene Stellen, wo Zacken des Wangenbeins durch den Fortsatz hindurch an die Oberfläche treten. Auf der linken Seite ist die Sutura zygomatico-maxillaris stärker nach rückwärts ausgebogen. Der Processus orbitalis inferior schiebt sich, besonders links, weit am unteren Rande der Augenhöhle vor, so dass auf dieser Seite die gerade Breite des Knochens um 1,5^{mm} grösser ist, als rechts, wo sie auch 47^{mm} beträgt, also verhältnissmässig beträchtlich ist. Dem entsprechend ragt der untere Orbitalrand stark vor und es bildet sich über der Fossa canina, aufwärts von den, übrigens sehr grossen Foramina infraorbitalia, eine breit vorstehende Leiste.

Die Orbitae, obwohl hoch, sind doch nur mesokonch (85). Ihre äusseren Wände treten stärker hervor. Die Sutura zygomatico-frontalis et sphenoidealis einfacher.

3) Männlicher Schädel, von Hrn. Tagutzi für mich präparirt, mit einer ganz schwachen Andeutung einer Nahtspur auf der rechten Seite. Die Wangenbeine sind von beträchtlicher Grösse, aber von der Seite her abgeplattet. Die Wangenhöcker fast gar nicht entwickelt. An der Stelle, wo die Sutura zygomatico-maxillaris den unteren Rand erreicht, ein tiefer Einschnitt, namentlich links, zwischen Oberkiefer und Wangenbein. Das rechte Wangenbein ist viel dicker, als das linke; auch fehlt das Foramen zygomaticum. Die Synostose der Jochbogennaht beginnt auf der linken Seite. Rechts ist die Jochbogennaht fast ganz synostotisch, aber ihr Verlauf noch durch eine Vertiefung erkennbar; dem entsprechend ist das rechte Wangenbein klein, und um ein Geringes niedriger und schmaler, als das linke. Der Processus orbitalis inferior ist beiderseits dick und bildet einen förmlichen Wulst, der über der Sutura zygomatico-maxillaris sich vorwölbt. Auch an der äusseren Wand der Orbita zieht sich eine wulstartige Erhöhung schräg an der Sutura zygomatico-frontalis hinab gegen das hintere Ende der sehr weiten Fissura orbitalis inferior.

Die Orbitae sind von ungleicher Gestalt: die rechte mesokonch (Index 83,3), die linke hypsikonch (Index 88,8). Die erstere nähert sich etwas der viereckigen Form. Die Nasenwurzel ungewöhnlich breit.

4) Der weibliche Schädel eines von Hrn. Tagutzi mir geschenkten Skelets mit sehr deutlichen hinteren Ritzen beiderseits (Fig. 2a und b). Die rechte Spalte ist 7, die linke 6^{mm} lang und fast gerade; die Jochbogennaht macht an ihrem Ansatze einen stumpfen Winkel, an welchem links eine ganz kleine Spitze hervortritt. Retrojugal ist Alles bis auf die Sutura zygomatico-maxillaris obliterirt. Die Wangenbeine sind erheblich kleiner, namentlich niedriger, als die vorhergehenden, und treten daher weniger vor; trotzdem sind sie von grobem, höckerigem Aussehen. Die Wangenhöcker sind nicht stark, obwohl eine kräftige Entwickelung der Jochfortsätze der Oberkiefer stattgefunden hat; letztere greifen aber wenig gegen das Wangenbein hinein. Die Fossae caninae sind fast gar nicht ausgetieft. Der Processus orbitalis inferior lang, besonders rechts. Die aufsteigenden Äste dick und mit starken, breitgerundeten Marginalhöckern besetzt; beiderseits, besonders rechts, greift ein buchtiger Ausschnitt von hinten her in den Rand zwischen dem Orbital- und Temporalfortsatz ein (Fig. 2, a).

Die Nasenwurzel verhältnissmässig schmal. Die Orbitae mesokonch, jedoch ungleich: rechts beträgt der Index 80,9, links 82,9. Die eigentliche Augenhöhle hat eine sonderbare, ganz trichterförmige Gestalt, indem der Eingang weit, dagegen die hinteren Theile von allen Seiten her eingeengt sind. Sowohl die obere, als die untere Orbitalspalte sehr weit.

5) Ein männlicher, mir von Hrn. Dr. Juncker v. Langegg geschenkter Schädel, mit doppelseitiger hinterer Ritze, von denen die rechte 6, die linke 4 mm lang ist. Die Jochbogennaht in der Mitte stark nach vorn eingebogen, links spitzwinklig, rechts in etwas breiterer Weise. Retrojugal rechts starke Spinae, links nichts Abweichendes. Die Wangenbeine sehr gross und vortretend, ihre äussere Fläche vorgewölbt und schräg nach aussen und hinten gestellt. Der Jochfortsatz des Oberkiefers gross; er bildet allein den Wangenhöcker. Die Fossa canina ausgefüllt, in eine schräg abfallende Ebene verwandelt. Weit vorgreifender Processus orbitalis inferior. Die Sutura zygomatico-frontalis innerhalb der Orbita sehr gezackt.

Die Orbitae ungleich, die rechte mesokonch (86,7), die linke hypsikonch (90,2). Sie sind gross, trichterförmig, mit stark vortretenden Seitenflächen; sowohl die obere, als die untere Spalte weit.

6) Ein weiblicher Schädel, von demselben Geber, von sehr zarten Formen, ohne Spur von Quernaht. Die Wangenbeine etwas nach aussen und hinten gewendet, aber verhältnissmässig klein und ziemlich platt, namentlich ist die Breite gering. Auch der Jochfortsatz des Oberkiefers wenig entwickelt und nicht besonders vortretend. Die Orbitae verhältnissmässig weit und hoch, von mesokonchem, jedoch hart an der Grenze der Hypsikonchie stehendem Index (89,7). Die innere Fläche der Augenhöhlen ziemlich glatt. Die Sutura sphenozygomatica mit grossen Zacken besetzt, die Keilbeinfläche stark vordringend.

2) Ainos.

1) Männlicher Schädel aus einem Aino-Friedhofe auf der Insel Sachalin. Der genauere Bericht steht in den Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft (Zeitschr. für Ethnol. 1873. Bd. V.) vom 14. Juni 1873. S. 121 (vgl. auch S. 137—38). Ich betonte schon damals „die niedrigen und etwas schiefen Augen-

höhlen, das verhältnissmässig stark hervortretende Jochbein, das nicht einmal so stark hervortritt, wie es müsste, denn die Jochbeine sind offenbar auf beiden Seiten frisch durchschlagen worden, die Breite und Prominenz des Oberkiefers." Leider lässt sich bei dem ganz defecten Zustande der Wangenbeine über dieselben nur das aussagen, dass an ihrem vorderen Umfange nichts Abnormes zu bemerken ist. Der Orbitalindex ist ungleich, links chamaekonch (78), rechts mesokonch (82,5).

2) Ein männlicher Schädel, zu einem mir gehörigen Skelet gehörig, das gleichfalls aus einem Grabe der Insel Sachalin herstammt. Das Nähere darüber ist in den Sitzungen der anthropologischen Gesellschaft vom 20. Februar 1875 (Zeitschr. f. Ethnol. Bd. VII. S. 27.) und vom 15. Jan. 1876 (ebendas. Bd. VIII. S. 11) mitgetheilt worden. Hier zeigt sich jederseits eine hintere Ritze (Fig. 4a und b), rechts eine von 5, links eine von über 6^{mm} Länge. Rechts ist die Jochbogennaht fast rechtwinklig eingebogen, und von dem Winkel geht die Spalte geradeaus mitten in den Knochen hinein; links hat die Jochbogennaht einen spitzwinkligen Knick, an welchem die Ritze anhebt. Die Wangenbeine treten stark vor, die Wangenhöcker nur mässig. Beiderseits findet sich auf der Mitte der äusseren Fläche ein flachrundlicher Hügel. Die Sutura zygomatico-maxillaris, namentlich die rechte, ist in der Mitte ebenfalls eingebogen. Starke Marginalhöcker beiderseits.

Die Orbitae sind ganz flach viereckig, und nur nach unten leicht ausgebogen. Ihr Index ist chamaekonch, obwohl nicht gleich: rechts 75, links 78,5. Die Nasenwurzel schmal.

3) Ein männlicher Schädel von Yezo, beschrieben in der Sitzung der anthropologischen Gesellschaft vom 19. Juni 1880 (Zeitschr. f. Ethnol. Bd. XII. Verh. S. 207), mit vollständiger Quernaht der rechten Seite (Fig. 3). Leider fehlt das linke Wangenbein gänzlich. Die Jochbogennaht der rechten Seite bildet in ihrem mittleren Theil einen breiten Vorsprung nach vorn. Am unteren Ende desselben, in senkrechter Richtung 5^{mm} vom unteren, 12^{mm} vom oberen Rande entfernt, beginnt die Quernaht, in der Art, dass der hintere Theil des Wangenbeinkörpers (der Portio maxillo-temporalis) nach rückwärts noch ein Stück zu der Bildung des Jochbogens beiträgt. Die Quernaht verläuft dann ziemlich horizontal bis zu einer schwach winkligen Einbiegung der Sutura zygomatico-maxillaris. Sie ist fein sägeförmig und liegt überall etwas vertieft;

auf der Mitte der Portio orbitalis eine flach rundliche Anschwellu
Retrojugal nähern sich die beiderseitigen Spinae bis a
eine Distanz von 4^{mm}. Der Wangenhöcker wird halb von d
Jochfortsatz, halb von dem Körper des Wangenbeins, der hier a
dick und hügelig ist, gebildet. Das Wangenbein tritt sehr breit
und ist zugleich von sehr beträchtlicher Höhe: es hat in senkrech
Richtung 58^{mm}, — das höchste Maass unter allen hier behandel
Schädeln. Davon kommen 44^{mm} auf die Portio orbitalis, wel
zugleich sehr dick, mit 2 Foramina versehen und mit einem kr
tigen Marginalhöcker ausgestattet ist. Die Orbita ist mesokon
(83,3) und höher, als die sonstigen Aino-Orbitae, im Übrigen a
denselben ähnlich. Die Nasenwurzel ist schmal.

3) Tagale.

Ein wahrscheinlich weiblicher Schädel, aus einem Kirchhof
der Insel Luzon, von Hrn. A. B. Meyer erworben, im Besitz de
anthropologischen Gesellschaft, mit vollständiger Quernah
rechts. Die linke Seite ist leider stark verletzt, so dass das ganz
Wangenbein fehlt. Die Naht ist stark zackig, aber durchaus ge
radlinig. Die Jochbogennaht ohne Abweichung, dagegen an de
Sutura zygomatico-maxillaris eine spitzwinklige Rückbiegung. Re
trojugal nähern sich die beiderseitigen Spinae bis auf
2^{mm} fast zur Bildung eines Arcus. Das Wangenbein springt
sowohl seitlich, als nach vorn stark vor. Der Wangenhöcker ist
gross und hauptsächlich durch eine Anschwellung des Wangenbeins,
nur zum Theil durch den Jochfortsatz des Oberkiefers gebildet.
Fossa canina sehr voll. Die Orbita ist flachoval, hypsikonch
(Index 87,8), nach aussen und unten stark ausgewölbt. Nasen-
wurzel verhältnissmässig schmal.

4) Solokker.

Der Schädel eines Seeräubers von den Sulu-Inseln, in meinem
Besitz, mit vollständiger Quernaht links und einer hinteren
Ritze rechts. Die Quernaht links ist zackig, ziemlich gerade,
und setzt hinten an eine stark winklige Einbiegung der Joch-
bogennaht, vorn an eine mehr rundliche Einbiegung der Sutura
zygomatico-maxillaris an. Retrojugal sieht man eine breite
und so lang zugespitzte Spina des Jochfortsatzes vom

Oberkiefer, dass sie bis auf 5^{mm} an die Jochbogennaht heranreicht; dann folgt ein Stück Quernaht und endlich die fast gar nicht ausgebogene, aber sehr stark gezackte und mit kleinen Schaltknochen durchsetzte Jochbogennaht. Am unteren Ende derselben ein dreieckiger Vorsprung. Der sehr vergrösserte Jochfortsatz des Oberkiefers bildet mit dem sehr verdickten Vorderende des Wangenbeinkörpers den mächtigen Wangenhöcker. — Rechts ist die Spalte eine Länge von 11^{mm}; sie ist etwas gebogen und nach oben flach concav. Beide Grenznähte sind nur wenig eingebogen, daher beträgt die Differenz der „mittleren Breite“ zwischen beiden Seiten 6^{mm} zu Gunsten der rechten Seite. Die Sutura zygomatico-maxillaris sehr unregelmässig: in der Mitte ist sie durch eine schmale synostotische Stelle unterbrochen, von der nach rückwärts über die Fläche des Wangenbeins eine 6^{mm} lange Gefässrinne ausgeht; unterhalb dieser Stelle ist die Naht stark zackig und vermittelst durchgreifender Zacken vom Wangenbein her unterbrochen. — Retrojugal in der ganzen Ausdehnung eine geradlinige Linie. Die Wangenbeine sind seitlich etwas abgeplattet, dagegen bilden die Wangenhöcker ungemein kräftige Vorsprünge; auch finden sich grosse, förmlich exostotische Höcker über den Foramina infraorbitalia. Sehr tiefe Fossa canina. Die Nasenwurzel ist schmal. Die Orbitae sehr auffallend gebildet: sehr hoch und sowohl nach innen und oben, als nach aussen und unten ausgewölbt. Index hypsikonch (93,3).

5) Birmane.

Schädel von dem Kirchhofe des Gefängnissgebäudes in Rangun aus der Sammlung der anthropologischen Gesellschaft (Ra 121 A), mit vollständiger Quernaht links und hinterer Ritze rechts. Die Quernaht ist ganz gerade, fein sägeförmig und verhältnissmässig lang, nämlich 26,5^{mm}; die Annäherung beider Grenznähte an einander hat hier also ihr niedrigstes Maass erreicht. Das dadurch abgetrennte untere Stück ist aber sehr niedrig, indem seine grösste senkrechte Höhe nur 7,5^{mm} beträgt. Daher ist die Form lang und niedrig, und das Stück greift nach hinten noch ein langes Stück unter den Jochbogen. Die Jochbogennaht bildet einen stumpfen Winkel, von dessen Spitze die Quernaht ausgeht; vorn inserirt sie sich an die Spitze der fast rechtwinkligen

Einbiegung der Sutura zygomatico-maxillaris. Retrojugal sie
man gleichfalls die Quernaht, jedoch ist sie hier dur
eine grosse Spina des Oberkiefers bis auf 12^{mm} verkür
— Die Ritze auf der rechten Seite ist 5^{mm} lang, aber ganz dur
gehend. Retrojugal ist die Jochbogennaht sehr grobzackig. V
sitzt in der Sutura zygomatico-maxillaris kurz vor ihrem unte
Ende ein kleines Schaltknöchelchen: von da aus setzt sich ger
nach vorn eine 6^{mm} lange, feine, etwas nach aufwärts gebog
Ritze durch den starken Jochfortsatz des Oberkiefers fort. Auf
Mitte des Wangenbeins eine flache Anschwellung. — Beide Wan
beine sehr gross und kräftig, namentlich dick. Starke Margi
höcker, namentlich links. Das Gesicht im Ganzen niedrig.
Augenhöhlen ungemein breit und gross: der Index chamaekon
rechts 77,2, links 75,8.

6) Nordholländer.

Ein offenbar weiblicher, verhältnissmässig kleiner und zar
ausgezeichnet chamaecephaler Schädel von de Rijp (Nr. I), ein
Dorfe in Nordholland, den ich mit 17 anderen durch Hrn.
Sasse in Zaandam erhalten habe. Das linke Wangenbein
getheilt, jedoch in so absonderlicher Weise, dass auf den ers
Anblick vielmehr ein Arcus infrajugalis vorhanden zu sein schei
Das abgetrennte untere Stück bildet nämlich eine ganz schmale,
ihrem grössten senkrechten Durchmesser (hinten) nur 6^{mm} h
Zunge, welche nach vorn unter dem Rande des Wangenbeins
verschwinden und mit dem Jochfortsatz des Oberkiefers zusamm
zuhängen scheint; erst bei genauester Betrachtung entdeckt m
am unteren Rande und an der hinteren (inneren) Fläche deutl
die durchgehende Sutura zygomatico-maxillaris. An der äusser
Seite ist die erwähnte Zunge am breitesten in ihrem hinteren The
hier schiebt sie sich überdies noch 7^{mm} weit unter den Jochforts
des Schläfenbeins, dessen Ende stark verbreitert ist. Retrojug
ist das Stück viel grösser, namentlich höher; da jedoch die Spi
des Oberkiefers ungewöhnlich breit anfängt und sich so weit na
rückwärts erstreckt, dass sie unmittelbar an die, gleichfalls m
einer kleinen Spina versehene Jochbogennaht anstösst, also ein
Arcus retrojugalis herstellt, so wird das untere Stück d
Wangenbeins so beengt, dass es zu einem Dreieck umgestaltet i

dessen Basis am unteren Rande und dessen Spitze an der Mitte der Jochbogennaht liegt. Die Quernaht selbst ist sehr kurz, nur 17^{mm} lang; sie beginnt hinten unter der Mitte der Jochbogennaht, welche hier in einem spitzen, jedoch schliesslich etwas abgerundeten Winkel ausspringt. Die Quernaht verläuft dann etwas schräg nach vorn und unten und erreicht die Sutura zygomatico-maxillaris erst in ihrem untersten Abschnitt, der nach rückwärts mit einem sehr spitzen Winkel ausspringt. So geschieht es, dass die Portio orbitalis sich mit einem breiten rundlichen Fortsatz fast bis zum Margo masseterieus fortsetzt. Ein eigentlicher Wangenhöcker ist gar nicht vorhanden. An der Portio orbitalis 3 Foramina zygomatica und ein mässiger Marginalhöcker.

Auf der rechten Seite ist das Wangenbein ungemein zart und ersichtlich kleiner, als auf der linken Seite. Bei recht milder Beurtheilung könnte man eine Andeutung einer hinteren Ritze zulassen. Retrojugal ist nichts Abweichendes zu bemerken. Die marginale Tuberositas temporalis sehr scharf und nach oben ausspringend.

Die Orbitae sind gross und flachoval, die rechte ungleich breiter und etwas niedriger, als die linke, deren Diagonaldurchmesser in der Richtung von innen und oben nach unten und aussen sehr verlängert ist. Der Index beträgt links 90,6, rechts nur 83,5: jener ist demnach hypsikonch, dieser mesokonch. Wir haben hier also ein recht deutliches Beispiel der erhöhenden Wirkung der Naht-Persistenz.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Der unter Nr. 1 beschriebene Japaner-Schädel.

Fig. 2a die rechte, Fig. 2b die linke Seite des unter Nr. 4 beschriebenen Japaner-Schädels.

Fig. 3. Der unter Nr. 3 beschriebene Aino-Schädel.

Fig. 4a die rechte, Fig. 4b die linke Seite des unter Nr. 2 beschriebenen Aino-Schädels.

24. Februar. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Weber las die Fortsetzung einer Abhandlung des Hrn Kuhn über Zwerge als Lichtwesen.

Am 27. Februar wurden die Secretare von S. K. H. den Prinzen Wilhelm von Preussen und Seiner Gemahlin im Königlichen Schlosse empfangen und überreichten folgende von der sämmtlichen Mitgliedern unterschriebene Adresse:

Die Akademie, welcher unter dem Schutze des Preussischen Scepters die Pflege der wissenschaftlichen Forschung anvertraut ist, erscheint an diesem festlichen Tage vor Ihnen, durchlauchtigstes Paar, um ihre ehrfurchtsvollen Glückwünsche darzubringen und für den neu geschlossenen Bund im Einklang mit dem ganzen Vaterlande Gottes Segen zu erflehen. Bei einem fürstlichen Ehebunde, der nicht aus klugen Staatsrücksichten hervorgegangen ist, sondern aus dem freien Zug jugendlicher Herzen zu einander, kann auch die Theilnahme eine von allen äusseren Rücksichten unabhängige, eine rein menschliche, aus dem Herzen quillende Festfreude sein, und wir fühlen es heute tiefer und dankbarer, dass der Thron der Hohenzollern durch keine Kluft getrennt ist von den Stämmen und Städten, über welchen ihr Banner weht. Ihr hohes Haus, durchlauchtigste Prinzessin, hat seit Jahrhunderten in den Nordgauen unsres Vaterlandes, wo Ost- und Nordsee branden, Deutschen Sinn und Deutsches Recht mannhaft vertreten und mit dem geistigen Leben im Innern Deutschlands den Zusammenhang warm und frisch erhalten. Einen reichen Schatz angestammter Anhänglichkeit bringen Sie aus der nordischen Heimath dem Geschlechte mit, welches von den Bergen des Südens zu uns gekommen ist, und der Hohenzoller'sche Wahlspruch 'vom Fels zum Meer' vollendet sich jetzt zu einer volleren Wahrheit. So dürfen wir in dem neuen Bunde auch eine neue Bürgschaft dafür erkennen, was unsere Hoffnung und Zuversicht ist, dass bei fortschreitender Verschmelzung aller Stämme in Nord und Süd das

Reich, das Kaiser Wilhelm gegründet, immer tiefer im Herzen des Volks wurzeln werde. So möge der junge Ehebund für Herd und Haus wie für Staat und Reich eine Quelle des Glücks und Segens werden und Gott verleihe unsern treuen Segenswünschen die reichste Erfüllung!

Verzeichniss der im Monat Februar 1881 eingegangenen Schriften.

Sitzungsberichte der philos., philolog. und histor. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. Jahrg. 1880. Heft IV. V. München 1880. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 2. Berlin 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein. Jahrg. II. 1881. Heft 2. Februar. Berlin 1881. 8.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. XXVIII. 2. Statist. Lieferung. Berlin 1880. 4.

Zeitschrift des K. Preussischen Statistischen Büreaus. Jahrg. XX. 1880. Heft III. IV. Berlin 1880. 4.

Preussische Statistik. Herausgegeben vom K. Statistischen Büreau in Berlin. LVII. *Die Ergebnisse der Ermittelung des Ernteertrages im Jahre 1879.* Berlin 1880. 4.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 56. Heft 2. Görlitz 1880. 8.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Bd. II. Heft 3. Leipzig 1881. 8.

Fauna und Flora des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeres-Abschnitte, herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel. — II. Monographie: Fierasfer von Dr. C. Emery. Leipzig 1880. 4. 2 Ex.

Württembergische Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. Jahrg. III. 1880. Heft 1—4. Stuttgart 1880. 8.

Verzeichniss der Bücher, Schriften und Urkunden des historischen Vereins für das württembergische Franken. Schw. Hall 1880. 8.

Katalog der Bibliothek der Herzoglichen Technischen Hochschule Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig. Abth. I. Braunschweig 1880. 8.

Bericht über die im Jahre 1880 den Herzoglichen Sammlungen zugegangenen Geschenke. Gotha 1881. 4.

H. v. Holst, *Verfassungsgeschichte der Vereinigten Staaten von Amerika seit der Administration Jackson's.* Bd. 2. Berlin 1881. 8.

J. Sommerbrodt, *die reflectorischen Beziehungen zwischen Lunge, Herz und Gefässen.* Berlin 1881. 8. Sep.-Abdr.

A. Damour & G. vom Rath, *Über den Trippkeit, eine neue Mineralspecies.* Leipzig 1880. 8. Sep.-Abdr.

Mittheilungen des Deutschen Archäologischen Institutes in Athen. Jahrg. V. Heft 4. Athen 1880. 8.

Die feierliche Installation des Rectors der Wiener Universität für das Studienjahr 1880/81 am 16. Oct. 1880. Wien 1880. 8.

Übersicht der Akademischen Behörden etc. an der K. K. Universität zu Wien für das Studien-Jahr 1880/81. Wien 1880. 4.

Erdélyi Muzeum. Sz. 2. Évtolyam VIII. 1881. Pest. 8.

Report of the fiftieth Meeting of the British Association for the advancement of Science. — Swansea 1880. London 1880. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society. Vol. III. N. 2. February, 1881. London 1881. 8.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. I. P. 1. London 1881. 8.

Journal of the Chemical Society. No. CCXIX. February 1881. London. 8.

J. W. L. Glaisher, *On the method of least squares.* London. 8. Sep.-Abdr.

———, *On the deduction of Trigonometrical from Elliptic function formulae.* London 1880. 8. Sep.-Abdr.

———, *Theorems in elementary trigonometry.* 8. Sep.-Abdr.

———, *Report of the Committee on Mathematical Tables.* London. 8. Sep.-Abdr.

———, *Note on a method of obtaining the 9-formula for the Sine-amplitude in Elliptic functions.* London. 8. Sep.-Abdr.

———, *various papers and notes that have appeared in the quarterly Journal of Mathematics during the Year 1880.* Cambridge 1881. 8.

Bibliotheca Indica. New Series. N. 392. 393. 425. 435. 436. 438. London 1880. 8. Calcutta 1880. 8.

Journal of the North-China Branch of the Royal Asiatic Society. 1879. New Series. N. XIV. London. 8.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. N. I—VI. Jan. — June 1880. Calcutta 1880. 8.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. New Series. Vol. XLIX. P. I. II. N. 1. 3. N. CCXXXI. CCXXXII. CCXXXV. Calcutta 1880. 8.

A. C. Burnell, *A classified index to the Sanskrit Mss. in the Palace at Tanjore.* P. III. Hertford 1880. 4.

Reports of the Mining Surveyors and Registrars. N. 41. Quarter ended 30th. September 1880. Melbourne. fol.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. T. XCII. 1881. Sem. I. N. 4. 5. 6. 7. Paris 1881. 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. T. X. N. 4. 5. 7. Paris 1881. 8.

Annales de Chimie et de Physique. Sér. V. T. XXII. Janv. 1881. Paris 1881. 8.

Annales des Mines. Sér. VII. T. XVIII. Livr. 5 de 1880. Paris 1880. 8.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Série VI. 1881. Janvier. Paris. 8.

Bulletin de la Société de Géographie. Novembre 1880. Paris 1880. 8.

Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser. II. T. 3. Paris 1880. 4.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. N. 6. 7. Paris 1881. 4.

Polybiblion. — Revue bibliographique univ. — Partie techn. Série II. T. VII. Livr. 1. — *Partie litt.* Sér. II. T. XIII. Livr. 2. Paris 1881. 8.

Musée Guimet. Catalogue des objets exposés. Lyon 1880. 8.

(Annales du Musée Guimet.) — Revue de l'histoire des réligions. Année I. T. I. N. 1—6. Paris 1880. 8.

Annales du Musée Guimet. T. I. Paris 1880. 8.

Congrès provincial des Orientalistes. — Compte rendu de la troisième session. Lyon 1878. T. 1. 2. Lyon 1880. 8.

Union Géographique du Nord de la France. — Bulletin. Année I. N. 1—5. Lille 1880. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. N. 3. 4. Bordeaux 1881. 8.

M. Delesse, *Sur les études de Géologie agronomique aux États-Unis.* Paris 1880. 8.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVIII. (1880—81.) Ser. 3. Transunti Vol. V. Fasc. 4. Roma 1881. 4.

Atti della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali residente in Padova. Anno 1880. Vol. VII. Fasc. 1. Padova 1881. 8.

B. Boncompagni, *Bullettino.* T. XIII. Aprile 1880. Roma 1880. 4.

O. Comes, *Osservazioni su alcune specie di funghi del Napoletano e descrizione de due nuove specie.* Napoli 1880. 4. Estr. 2 Ex.

E. Cardona, *Dell' antica letteratura catalana.* Napoli 1878. 8.

Bulletin de la Société Ouralienne d'amateurs des Sciences naturelles. T. V. Livr. 3. V. VI. Livr. 1. Ekathérinbourg 1880. 4.

Materialien zur Geologie des Kaukasus. Lief. 2. Tiflis 1880. 8. (russ.)

R. Wolf, *Meteorologische Beobachtungen.* Dec. 1880. Zürich. 8.

E. Piaget, *Les Pédiculines.* I. *Texte.* II. *Planches.* Leide 1880. 4.

Ordonnances des Pays-Bas autrichiens. Sér. III. T. II. Préface. fol.

Revista Euskara. Año IV. N. 33. Enero de 1881. Pamplona 1881. 8.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. New Series. Vol. VII. P. II. Boston 1880. 8.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XVIII. N. 106. Philadelphia 1880. 8.

List of the Members of the American Philosophical Society. March 15, 1880. 8.

Annals of the New York Academy of Sciences. Vol. I. N. 9. 10. 11. 12. 13. New York 1879. 1880. 8.

The American Journal of Science. Series III. Vol. XXI. N. 122. February 1881. New Haven 1881. 8.

The American Journal of Otology. Vol. III. N. 1. January 1881. New York 1881. 8.

Publications of the Cincinnati Observatory. — 5. Micrometrical measurements of 1054 Double Stars observed with the 11-inch refractor from January 1, 1879. Cincinnati 1879. 8.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. VIII. N. 1. 2. Cambridge 1880. 8.

Annals of the Lyceum of New York. Vol. XI. N. 13. *Index and Contents.* New York 1876. 8.

(G. M. Wheeler), *Report upon United States Geographical Surveys west of the one hundredth Meridian:*

Vol. II. *Astronomy and Barometric Hypsometry.*

Vol. IV. *Palaeontology.*

Vol. VI. *Botany.*

G. M. Wheeler), *Report upon U. S. Geographical and Geological Explorations and Surveys:*

Vol. III. *Geology.*

Vol. V. *Zoology.*

Washington 1875. 1877. 1878. 4.

(G. M. Wheeler), *Geographical explorations and surveys west of the 100 Meridian. — Topographical Atlas.* Washington. 8 Bll. fol.

Contributions of the Archaeology of Missouri by the archaeological section of the St. Louis Academy of Science. P. I. *Pottery.* Salem, Mass. 1880. 4.

G. Hinrichs, *Press Bulletin* N. 88. 90. *Iowa Weather Service.* 4.

Pliny Earle Chase, Photodynamics. 1880 and 1881. 2 Sep.-Abdr. Philadelphia. 8.

A. Graef, *Programme of the Universal Economist and the Universal Balancer of labor.* New York 1880. 8.

— —, *Prospectus to the Universal Economist and the Universal Balancer of labor.* Brooklyn. 1880. 4.

Anales del Museo Nacional de México. T. II. Entrega 2a. México 1880. 4

H. Burmeister, *Description physique de la République Argentine.* T. III. P. 1. & Atlas, Livr. 2. Buenos Aires 1879. 8. 4.

Bericht über die Feier des 50jährigen Doctor-Jubiläums des Prof. Dr. Hermann Burmeister, begangen den 19. December 1879 in Buenos Aires. Buenos Aires 1880. 8. 4 Ex.

27. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Jahrestages Friedrich's II.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar, Hr. Auwers, eröffnete die Sitzung mit einer Festrede.

Sodann berichtete derselbe über die seit der letzten gleichnamigen Sitzung eingetretenen Personalveränderungen. Die Akademie hat im Laufe des Jahres ihre ordentlichen Mitglieder Harms, Buschmann, Nitzsch, Borchardt und Bruns, von ihren auswärtigen Mitgliedern den Mathematiker Chasles, und die Correspondenten Morin, Moser, Peters und Miller aus der physikalisch-mathematischen Klasse, Spengel aus der philosophisch-historischen Klasse durch den Tod verloren. Neu gewählt sind als ordentliche Mitglieder der physikalisch-mathematischen Klasse die HH. Munk und Eichler, zum auswärtigen Mitgliede Hr. J. B. Dumas in Paris und zum Ehrenmitgliede der Akademie Hr. C. J. Malmsten in Upsala. Zu Correspondenten der physikalisch-mathematischen Klasse sind ernannt die HH. Dedekind in Braunschweig, Smith in Oxford, Betti in Pisa, Beltrami in Pavia, Brioschi in Mailand, Schröter in Breslau, Wild in St. Petersburg, Fuchs in Heidelberg; zu Correspondenten der philosophisch-historischen Klasse die HH. F. Keller in Zürich, Kielhorn in Poonah und Jagić in St. Petersburg.

Hr. du Bois-Reymond als Vorsitzender des Curatoriums der Humboldt-Stiftung verlas folgenden Bericht:

Das Curatorium der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen erstattet statutenmässig Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre.

Mit dem Ende dieses Jahres lief die vierjährige Wahlperiode der drei wählbaren Mitglieder des Curatoriums ab; dieselben wurden durch statutenmässige Neuwahl seitens der Königl. Akademie der Wissenschaften in ihren Ämtern bestätigt.

Der Vortragende in Verbindung mit Hrn. Prof. G. Fritsch ist im Begriff die Bearbeitung der Beobachtungen über den Zitter-

aal (*Gymnotus electricus*) herauszugeben, welche der verstorbene Dr. Carl Sachs im Jahre 1876—77 mit Stiftungsmitteln in Südamerika anstellte.

Die im vorigen Jahre in der entsprechenden Sitzung mitgetheilten letzten Nachrichten von dem jetzigen Reisenden der Stiftung, Hrn. Dr. Otto Finsch, waren vom 30. September 1879 und kamen von der zu den Marshall-Inseln gehörigen Coralleninsel Jaluit, auf der er einen Monat zuvor angelangt war. Er hatte bald nach seiner Ankunft einen heftigen Fieberanfall überstanden, trotzdem aber schon ansehnliche Sammlungen zusammengebracht. Bis October umfassten diese Sammlungen, nach späteren Briefen, ungefähr 30 Arten Vögel, 9 Arten Reptilien, viele Fische, Weichthiere und Krebse und 400 Exemplare Insecten. Unter dem 14. November 1879 berichtete Dr. Finsch über eine Reise nach dem Ratak-Atoll, von dem er wegen ungünstigen Wetters jedoch nur einen Tag lang die Insel Arno (Pedder) besuchen konnte, zu kurze Zeit, um Sammlungen anzulegen, aber doch lange genug, um die Übereinstimmung der Fauna mit der von Jaluit zu erkennen. Auf der nördlichsten Insel des Atolls, Dagelab, fand er grosse Brutcolonien von zwei Vogelarten (*Anous stolidus* und *melanogenys*), so wie sehr zahlreich die Wanderratte. In der zweiten Hälfte desselben Monats, November begab sich Dr. Finsch nach den Gilbertinseln, und konnte von 42 Tagen, welche er von Jaluit abwesend war, sechs Tage am Lande zubringen, während welcher Zeit er etwa 300 ethnographische Gegenstände, ein Herbarium und eine zoologische Sammlung zusammenbrachte, welche letztere die grösste Übereinstimmung mit der von den Marshall-Inseln zeigt.

In der Zeit vom 15. Februar bis zum 30. März 1880 machte Dr. Finsch mit einem kleinen Schoner von 80 Tonnen eine Expedition von Jaluit nach den Carolinen-Inseln. Auf dieser Reise besuchte er die Inseln Kushai (Ualan) und Ponapé (Ascension), legte dort werthvolle zoologische Sammlungen an, und hatte auch Gelegenheit, einige auf der Insel Ruk (Hogoleu) gesammelte Gegenstände zu erwerben. Über die Avifauna dieser Inseln hat er eine Abhandlung eingesandt; seine Mittheilungen über ein Gräberfeld von Hawaii und über die Bewohner von Ponapé hat Hr. Virchow veröffentlicht.

Endlich, am 21. Juli 1880, verliess der Reisende Jaluit, welches fast ein Jahr lang sein Standquartier gewesen war, und kam

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

RAMMELSBERG, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth. M. 3,00

ROTH, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth. M. 9,00

VIRCHOW, Beiträge zur Landeskunde der Troas . . . . . M. 10,00

SCHOTT, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens . . . . . M. 1,00

KRÜGER, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . . M. 5,00

CURTIUS, Das archaische Bronzerelief aus Olympia . . . . M. 2,50

BUSCHMANN, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . . M. 2,50

ERDMANN, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid M. 3,00

SCHRADER, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal . . . . . M. 3,00

DILLMANN, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert . . . . . M. 2,50

SACHAU, E., Über die Lage von Tigranokerta . . . . . M. 5,50

HAGEN, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen . . . . . M. 1,50

VAHLEN, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . . M. 1,50

WAITZ, Über eine alte Genealogie der Welfen . . . . . M. 0,80

SCHOTT, Über ein chinesisches mengwerk, nebst einem anhang linguistischer verbesserungen zu zwei bänden der Erdkunde Ritters. M. 2,00

ZELLER, Über die Messung psychischer Vorgänge. M. 0,80

GERLAND, ERNST, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

W. Zopf, Über den genetischen Zusammenhang von Spaltpilzformen . . . . . 277—284

Hofmann, Über die Einwirkung der Wärme auf die Ammoniumbasen . . . . . 285—288

Hofmann, Beiträge zur Kenntniss des Piperidins . . 288—300

Mommsen, Festrede, gehalten in der öffentlichen Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs . . . . . 301—311

Bücking, Vorläufiger Bericht über die geologische Untersuchung von Olympia . . . . . 315—324

Lepsius, Über die Wiedereröffnung zweier Ägyptischer Pyramiden nach Mittheilungen von Prof. Brugsch . 324—327

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

CAMBRIDGE HARVARD COLLEGE LIBRARY MASS.

März 1881.

Mit 2 Tafeln.

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

März 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

März. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Zeller las über die Messung psychischer Vorgänge.

März. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Vahlen las über die Anfänge der Heroiden des Ovid.

Hr. Conze übergab die zweite Auflage der von der General-verwaltung der Königl. Museen herausgegebenen Beschreibung der pergamenischen Bildwerke und hob eine darin aufgenommene neue Aufstellung hervor.

Durch mehrere von Hrn. Freres schon länger vermuthete, endlich zur Evidenz gebrachte Zusammenfügungen erscheint vor der Göttin, welche der auf einem Löwen reitenden Kybele voran-geht (vorläufiger Bericht *K*), nunmehr die Gestalt eines kräftigen bekleideten Mannes, der als Mitkämpfer der Götter mit beiden Armen einen Hammer gegen den wiederum unmittelbar anschliessenden

Stiergiganten (vorläufiger Bericht *Y*) schwingt. Durch die Nac barschaft mit Kybele und das auf den Münzen von Thessaloni bezeugte Attribut des Hammers ist er als einer der Kabiren, der Kultus in Pergamon alteinheimisch war (Kaibel epigrammata 10 7 ff.), zu erkennen. Wir sehen hier zum ersten Male eine wirkli künstlerische, lebendig individualisirte Darstellung dieser Gotth vor uns, mit deren Namen die archäologische Exegese so manch verdriesslichen Missbrauch getrieben hat. Der Kabir erscheint v derber Körperbildung, mit behaarter Brust, nach Gestaltung u Attribut also am meisten der geläufigen Bildung der Kyklop entsprechend und ganz im Einklange mit der altüberlieferten le nischen Sage, welche die Kabiren dem Hephaistos zugesellt. L der fehlt der Figur auf dem pergamenischen Relief namentlich d Kopf.

10. März. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Duncker las über die Schlacht von Marathon.

Hr. Pringsheim legte folgende Mittheilung des Hrn. Dr. W. Zopf vor:

Über den genetischen Zusammenhang von Spaltpilzformen.

Betreffs der Morphologie der Spaltpilze existiren gegenwärtig zwei wesentlich differente Ansichten. — Die eine Ansicht betrachtet die als *Micrococcus, Bacterium, Bacillus, Leptothrix, Clathrix, Vibrio, Spirillum, Spirochaete, Ophidomonas* etc. unterschiedenen Formen als blosse Entwickelungszustände von Spaltpilzen. Sie wird vorzugsweise von Billroth, Nägeli und Cienkowski vertreten.

Die andere dagegen fasst jene Formen als durchaus selbständige Pflanzen auf, leugnet also einen morphogenetischen Zusammenhang derselben. Sie findet in Cohn ihren Hauptvertreter und gewinnt in relativ weit gehenden generischen und specifischen Unterscheidungen einen concreten Ausdruck.

Beiden Anschauungen stand bisher gleiche Berechtigung zu, vornehmlich aus dem Grunde, weil bekanntermassen keine von beiden sich auf ausreichende, im Wege exacter morphologischer Forschung gewonnene Gründe zu stützen vermochte.

Nach einem am Mangel exacter Untersuchungsmethoden scheiternden Versuche Billroth's gelang es zwar Cienkowski, den genetischen Connex einiger Spaltpilzformen, nämlich der *Micrococcen, Bacillen* und *Leptothrix* wissenschaftlich festzustellen.

Allein da seine Untersuchungen einseitig blieben, d. h. sich nicht auch auf die morphologische Bedeutung der übrigen Spaltpilzformen, vor Allem der sogenannten Schraubenbacterien ausdehnten, auf deren Selbständigkeit Cohn und seine Anhänger von jeher und mit Recht ein Hauptgewicht legten; und da überdies eine Bestätigung der obigen Beobachtungen von anderer competenter Seite

unterblieb, so war es ganz natürlich, dass die Resultate nicht nur als eine unzureichende Stütze für die vorbezeichnete Theorie angesehen, sondern von den Vertretern der zweiten Ansicht sogar in ihrer Richtigkeit bezweifelt wurden.

Angesichts dieser Thatsachen erscheint es dringend geboten, die Frage nach dem genetischen Zusammenhang der Spaltpilzformen von Neuem aufzunehmen, nicht nur um die Cienkowski'schen Beobachtungen nochmals zu prüfen, sondern um vor allen Dingen die morphologische Bedeutung der bisher noch nicht untersuchten Formen an der Hand einer streng wissenschaftlichen Methode zu ermitteln und damit eine längst gefühlte Lücke auszufüllen.

Ich habe seit längerer Zeit dahin abzielende Untersuchungen unternommen und bin zu einem unerwartet günstigen Ergebniss gelangt, das einerseits die Cienkowski'schen Beobachtungen über den genetischen Zusammenhang von *Micrococcen-*, *Bacillen-* und *Leptothrix*-Formen als richtig bestätigt, andererseits aber die *Vibrio-*, *Spirillum-*, *Spirochaete-*, *Ophidomonas*artigen etc. Formen, deren morphologische Bedeutung sich bisher der Erkenntniss entzog, als blosse Entwickelungsstadien von Spaltpilzen erscheinen lässt.

Infolge dieser Ergebnisse dürfte die bisher herrschende Streitfrage über den morphologischen Werth der Spaltpilzformen als in der Hauptsache entschieden zu betrachten sein und zwar zu Gunsten der an erster Stelle bezeichneten Hypothese.

Die Untersuchung erstreckte sich auf die Gattungen *Cladothrix, Beggiatoa* und *Crenothrix.*

I. *Cladothrix dichotoma.*

Aus den *Micrococcen* dieser Pflanze entwickeln sich kürzere oder längere Stäbchen, die entweder in den Schwärmzustand übergehen, oder unmittelbar zu *Leptothrix*artigen Fäden auswachsen.

Durch *Tolypothrix*artige Bildung von Pseudozweigen gehen aus diesen *Cladothrix*artige Zweigsysteme hervor. Die Fäden der letzteren bestehen, wie die der *Leptothrix*-Form aus längeren Stäbchen, die durch Quertheilung in Kurzstäbchen und schliesslich in *Micrococcen* zerfallen. Unterbleibt eine Entleerung der letzteren

aus der deutlich entwickelten Gallertscheide der Pflanze, so wachsen dieselben unmittelbar wieder zu Stäbchen und *Leptothrix*-Fäden aus.

Ein Moment von ungleich grösserer Wichtigkeit liegt in der Thatsache eingeschlossen, dass die Zweige des *Cladothrix*-Zustandes sowohl, als die Fäden der *Leptothrix*-Form die Gestalt von schwärmfähigen Spiralen annehmen können (Fig. 1—5. Fig. 9).

Die Spiralbildung tritt entweder als eine totale, den ganzen Faden ergreifende auf (Fig. 2. 4. 5.), oder sie erscheint als eine partielle, indem sie nur an der terminalen Region, oder an einer intercalar gelegenen Partie erfolgt.

Bezüglich der Grösse des Querdurchmessers sowie der Höhe der Windungen herrschen die weitgehendsten Variationen, zu denen noch ein Variiren in der Fadendicke hinzutritt.

In diesen Momenten liegt der Umstand begründet, dass die Spiralzweige bald *Spirillum*- (Fig. 2), bald *Vibrio*-, bald *Spirochaete*-artig (Fig. 4) erscheinen.

Es lassen sich häufig an derselben Spirale alle Übergänge von der Spirillenform zu den beiden anderen Formen verfolgen.

Die oft riesige Längsdimensionen und dementsprechend eine bedeutende Anzahl von Windungen (bis 70 und darüber) aufweisenden Mutterschrauben (Fig. 2. 4. 5) zerfallen in Tochterschrauben, welche vermittelst Geisseln schwärmen.

Es gelang, die Ablösung von bereits an je einem Pole begeisselten Tochterschrauben vom Ende noch festsitzender Mutterschrauben direct zu beobachten.

Durch Zerfall der Tochterschrauben entstehen Enkelschrauben, welche ihrerseits schwärmen.

Der Genesis aus *Cladothrix*-Fäden entsprechend lässt sich an den Schraubenformen, mögen sie nun *Vibrio*-, *Spirillum*- oder *Spirochaete*artig erscheinen, eine Gliederung in Stäbchen und später in *Micrococcen* nachweisen.

(Die *Spirochaete plicatilis*, welche von der *Cladothrix*-*Spirochaete* nicht unterschieden werden konnte, zeigte ein gleiches Verhalten.)

Die aus den Schrauben entstehenden *Micrococcen* wachsen wiederum zu Stäbchen, *Leptothrix*- und *Cladothrix*-Zuständen heran.

Aus den *Micrococcen*, welche die *Cladothrix*scheiden verlassen haben, entwickeln sich unter gewissen Bedingungen baumförmig

verzweigte *Zoogloeen*, die, anfangs von der Form der *Zoogloea ramigera* Itzigs. (Fig. 10), später durch alle Übergänge zur Form der *Zoogloea Termo* Cohn schreiten.

Diese *Zoogloeen* enthalten anfangs *Micrococcen*, etwas später Kurzstäbchen. Stellt man einen *Zoogloea*-Ast ein und beobachtet denselben mehrere Tage, so kann man constatiren, dass die Kurzstäbchen theilweis ausschwärmen, während die zurückbleibenden zu längeren, *Bacillus*artigen Stäbchen auswachsen, die oft gekrümmt erscheinen (Fig. 11). Auch diese *Bacillen* können in den Schwärmzustand übergehen. Geschieht dies nicht, so wachsen sie zu *Leptothrix*artigen oder zu schraubig gewundenen Fäden heran. Man findet oft in demselben Ast von der Spitze aus nach der Basis hin alle die genannten Einschlüsse: Kurzstäbchen, *Bacillen*, *Leptothrix* und Schraubenformen beisammen (Fig. 12).

Durch längere Cultur ein und desselben *Zoogloea*-Zweiges erhält man schliesslich aus der *Leptothrix* die typische *Cladothrix*-Form, deren Individuen, ihrer Entstehungsweise gemäss, zu Bündeln zusammengelagert bleiben.

II. *Beggiatoa alba.*

Die *Leptothrix*artigen Fäden der Pflanze gliedern sich in Langstäbchen, welche, sich weiter theilend, in Kurzstäbchen übergehen (Fig. 13). Aus diesen entstehen infolge weiterer Quertheilung, verbunden mit Längstheilung *Micrococcen* (Fig. 14), welche ausschwärmen und *Zoogloeen*-Stöcke bilden.

Die Auskeimung der *Micrococcen* führt zur Bildung von Stäbchen, welche gerade oder gekrümmt sind und gleichfalls in den Schwärmzustand einzutreten vermögen. Zur Ruhe gekommen wachsen sie zu *Leptothrix*artigen Fäden heran.

Diesen Fäden wohnt die Fähigkeit inne, sich zu starren Spiralen zu krümmen (Fig. 15). Gewöhnlich scheint die Einkrümmung nur partiell zu erfolgen. Der spiralige Theil löst sich vom Faden ab (Fig. 15 bei *X*) und geht in den Schwärmzustand über, nunmehr eine *Ophidomonas* (Fig. 17) darstellend. In Bezug auf Querdurchmesser und Höhe der Windungen, sowie rücksichtlich der Fadendicke und des Schwefelgehaltes treten mehrfache Variationen ein, welche indessen von geringerer Mannichfaltigkeit sind, als bei *Cladothrix*.

Die Mutterschrauben zerfallen in Tochter- und diese in Enkelschrauben. Alle diese Zustände schwärmen.

III. *Beggiatoa roseo-persicina* Zopf.

Die Gliederung der Fäden in Langstäbchen, Kurzstäbchen und *Micrococcen* erfolgt wie bei B. alba.

Aus den *Micrococcen* entwickeln sich *Zoogloeen*, welche Vollkugeln, Hohlkugeln oder Netze darstellen und mit Cohn's *Clathrocystis roseo-persicina* identisch sind.

Durch directe Beobachtung der *Micrococcen*, die in den Schwärmzustand übergehen können, liess sich constatiren, dass dieselben bald zu kurzen Stäbchen auswachsen, bald in *Monas*artige Formen übergehen, die mit der eben genannten Form das Schwärmstadium gemeinsam haben. Die Weiterentwickelung beider Formen führt zu längeren Stäbchen, welche, nach dem Schwärmen zur Ruhe gelangend, zu den *Beggiatoen*-Fäden auswachsen.

Auch bei dieser Art findet eine Bildung starrer geisseltragender Schrauben statt, welche unter *Ophidomonas sanguinea* beschrieben mit allen übrigen Entwickelungszuständen der Art die rothe Färbung gemein haben.

Die von Warming so vortrefflich dargestellten rosenrothen Spaltpilzformen sind sämmtlich nur Entwickelungszustände der *Beggiatoa*.

IV. *Crenothrix Kühniana.*

Wie bei *Beggiatoa* gliedern sich auch hier die *Leptothrix*artigen Zustände in Stäbchen und *Micrococcen*. Die letzteren besitzen einen Schwärmzustand und, wie ich früher nachwies, eine *Zoogloeen*-Form.

Aus den *Micrococcen* gehen wiederum Stäbchen und aus diesen die bescheideten Fadenzustände hervor. Den *Beggiatoen* wahrscheinlich analoge Schraubenformen treten auch hier auf. Sie zerfallen in Stäbchen und *Micrococcen*.

Ergebnisse.

Die Spaltpilzgattungen *Cladothrix*, *Beggiatoa* und
bieten eine höchst bemerkenswerthe Mannichfaltigkeit in
wickelungsformen dar, wie sie bisher bei keinem and
der Spaltpilzfamilie beobachtet wurde.

Ihre Vegetationszustände, deren genetischer Zusa
durch directe Beobachtung nachgewiesen wurde, tret
Form von *Micrococcen*, *Monasformen*, *Stäbchenformen*,
formen und *Schraubenformen (Vibrionen, Spirillen, Spiroc*
Ophidomonaden).

Aus diesen Ergebnissen folgt:

Erstens, dass die von Cohn aufgestellte, sowohl
Botanikern als namentlich auch in medicinischen Kreisen
breitete Theorie von der Selbständigkeit der Spaltpilzf
Princip unhaltbar erscheint, und das auf diese Theorie g
provisorische System, als ein künstliches, fallen gelasse
muss.

Zweitens, dass die bisher nur unzureichend gestützte
von der Unselbständigkeit der Spaltpilzformen, wie sie v
roth, Nägeli und Cienkowski vertreten wird, im Princ
und einer ausreichenden wissenschaftlichen Begründung fä

Nägeli's Ansicht, welche die Spaltpilzformen durch
anderreihung von *Micrococcen* entstehen lässt, steht mit
wickelungsgeschichtlichen Thatsachen nicht in Einklang.

Es hat nach den Untersuchungen über *Bacillus subt*
Clostridium den Anschein, als ob nicht alle Spaltpilzgewächse
Mannichfaltigkeit der Entwickelungsformen besitzen; ja es i
Möglichkeit vorhanden, dass manche Spaltpilze nur eine ei
Entwickelungsform produciren.

Die von gewissen Forschern (Billroth, Ray, Lankaster
gehegte Anschauung, der zufolge alle Spaltpilze nur ein einz
Genus, oder gar nur eine einzige naturhistorische Art
stellen sollen, ist unhaltbar. Zwar weisen die von mir untersuc
Spaltpilze eine bemerkenswerthe Homologie in der Form
Entstehungsweise ihrer Entwickelungszustände auf; allein diese
mologie berechtigt nicht einmal zu einer generischen, geschw
denn zu einer specifischen Vereinigung, ein Factum, das ich in
ausführlichen Darstellung an *Cladothrix*, *Beggiatoa* und *Crenot*
näher begründen werde.

Lith. von Laue.

Jede Entwickelungsform der behandelten Spaltpilze kann unter gewissen Verhältnissen einen *Zoogloea*-Zustand eingehen. Eine Ausnahme von dieser Regel bieten meist die längeren, *Leptothrix*-artigen Zustände.

Jeder Entwickelungszustand besitzt im Allgemeinen die Fähigkeit, unter gewissen Bedingungen die Schwärmerform anzunehmen, indem er 1 oder 2 Cilien erhält. Eine Ausnahme machen auch hier die langfädigen Zustände.

Cladothrix, *Crenothrix* und *Beggiatoa* stellen die entwickeltsten Spaltpilze dar. Ihre engen verwandschaftlichen Beziehungen rechtfertigen ihre Vereinigung zu einer kleinen Familie, die man, da *Crenothrix* als Vermittelungsglied zwischen *Cladothrix* und *Beggiatoa* auftritt, als „*Crenothricheen*“ bezeichnen könnte.

Eine ausführlichere Darstellung, von Tafeln begleitet, wird demnächst zur Veröffentlichung gelangen. Die in diesem Resumé nicht angezogene Literatur soll dort ihre Berücksichtigung finden.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—12. *Cladothrix*.

Fig. 1. Eine *Cladothrix*-Pflanze mit spiralig gewundenen Zweigen, schwach vergrössert. (Des Raumes wegen wurde ein Exemplar mit kurzen Schrauben gewählt.)

Fig. 2. $^{540}/_{1}$. Ein grosser, der Spirillenform entsprechender Schraubenzweig.

Fig. 3. $^{540}/_{1}$. Ein ähnlicher, von dem das bereits mit einer Cilie versehene terminale Stück *a* sich soeben abgelöst hat.

Fig. 4. $^{540}/_{1}$. Ein langer, aus 68 Windungen bestehender, der *Spirochaete*-Form entsprechender Zweig.

Fig. 5. $^{540}/_{1}$. Langer, 41 Windungen zeigender Zweig, der an dem einen Ende (*a*) spirillenartig erscheint und nach dem andern (*b*) zu sich mehr der *Spirochaete*-Form nähert.

Fig. 6. 7. 8. $^{540}/_{1}$. Zweigstücke, an deren einem Ende sich Spirillen abgliedern.

Fig. 9. $^{700}/_{1}$. Stück eines Cladothrixfadens (*a*), aus dessen Micrococcen sich unverzweigte Schrauben entwickelt haben. Die freien Enden

mehrerer zeigen einen die Cilie andeutenden Strudel. Ich sah die Endstücke bei *x* sich ablösen und mit grosser Schnelligkeit hinwegschwimmen.

Fig. 10. $^{150}/_{1}$. Baumförmig verzweigte *Cladothrix-Zoogloea*, Micrococcen oder sehr kurze Stäbchen enthaltend.

Fig. 11. $^{400}/_{1}$. Ein *Zoogloea*-Ästchen, in welchem sich die Micrococcen zu Bacillen entwickelt haben.

Fig. 12. $^{400}/_{1}$. Ein ähnliches Ästchen in weiterer Entwickelung. Das Ende enthält noch Bacillen, weiter zurück sieht man längere Stäbchen, noch weiter zurück bereits Fäden, welche theils gerade, theils gebogen, theils spiralig gekrümmt erscheinen.

Fig. 13—18. *Beggiatoa alba.*

Fig. 13. $^{900}/_{1}$. Beggiatoenfäden, mit Reagentien behandelt, die Gliederung in längere und kürzere Stäbchen zeigend.

Fig. 14. $^{900}/_{1}$. Micrococcenbildung durch Quer- und Längstheilung kurzer Gliederstäbchen.

Fig. 15. $^{540}/_{1}$. Ein Faden, der an dem einen Ende zu einer starren Schraube gekrümmt ist, die sich eben am Punkte *s* ablöst.

Fig. 16. $^{540}/_{1}$. Abgelöste ruhende Spirale im Zerfallen in Tochterschrauben begriffen.

Fig. 17. $^{540}/_{1}$. Schraube im Schwärmzustand.

Fig. 18. $^{540}/_{1}$. Schraube, die soeben in 2 Tochterschrauben zerfallen ist.

---

17. März. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. v. Sybel las über die Stammtafel der Amaler.

---

21. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Kronecker las: Entwickelungen aus der Theorie der algebraischen Gleichungen.

Hr. A. W. Hofmann las:

Über die Einwirkung der Wärme auf die Ammoniumbasen.

Vor einigen Jahren habe ich [1]) der Akademie eine kleine Arbeit über das Piperidin mitgetheilt, von welcher meine heutige Mittheilung eine Fortsetzung ist.

Aus den schönen Versuchen von Cahours [2]) weiss man, dass das Piperidin ein secundäres Amin von der Formel

$$C_5H_{11}N = (C_{15}H_{10})^{II}NH$$

ist. Ich hatte gehofft, durch Behandlung der Base mit Salzsäure bei sehr hoher Temperatur näheren Aufschluss über die Natur der bivalenten Gruppe C_5H_{10} zu erhalten, welche bisher nicht hinreichend erforscht worden ist. Diese konnte sich in sehr mannichfaltiger Weise zusammensetzen; sie konnte beispielsweise

$$CH_3 + C_4H_7 = C_2H_5 + C_3H_5 = C_5H_{10}$$

sein, und es war nach den über die Amine der aliphatischen Reihe vorliegenden Versuchen nicht unwahrscheinlich, dass sich die in derselben möglicher Weise enthaltenen Alkoholgruppen in der Form von Chloriden aus dem Piperidin loslösen würden. Auf dem angedeuteten Wege hatte sich indessen das angestrebte Ziel nicht erreichen lassen. Diese Versuche sind seitdem mehrfach mit demselben Ergebnisse wiederholt worden. Auch die trockene Destillation des salzsauren Piperidins hat keinen besseren Erfolg gehabt; das Salz lässt sich ohne erhebliche Zersetzung überdestilliren.

In den letzten Monaten habe ich diese seit mehr als Jahres-

[1]) Hofmann, Monatsberichte 1879. 381.

[2]) Cahours, Ann. chim. phys. [3] XXXVIII, 76.

frist ruhende Arbeit wieder aufgenommen und bin auf einem anderen Wege dem Ziele um einen Schritt näher gerückt.

Die Versuche, welche ich der Gesellschaft heute mittheilen will, knüpfen an Beobachtungen an, die ich schon vor dreissig Jahren veröffentlicht habe. Gleich nach der Entdeckung der Ammoniumbasen [1]) habe ich auch die Umbildungen kennen gelehrt, welche diese Körper unter dem Einflusse der Wärme erleiden. Es sei mir gestattet, daran zu erinnern, dass sich das Tetramethylammoniumhydroxyd hierbei in Trimethylamin und Methylalkohol spaltet,

$$(CH_3)_4NOH = (CH_3)_3N + CH_3OH,$$

während bei der entsprechenden Zerlegung der Teträthyl- und Tetramylammoniumverbindung, neben der tertiären Aethyl- und Amylbase statt der Alkohole, welche man hätte erwarten können, Wasser und beziehungsweise Aethylen und Amylen auftreten.

$$(C_2H_5)_4NOH = (C_2H_5)_3N + H_2O + C_2H_4.$$

$$(C_5H_{11})_4NOH = (C_5H_{11})_3N + H_2O + C_5H_{10}.$$

Der Nachweis des Aethylens bei dem zuletzt erwähnten Versuche bietet keine Schwierigkeit. Man braucht das sich entwickelnde Gas nur in Bromwasser zu leiten, um alsbald Aethylenbromid zu erhalten, welches man an dem Erstarrungs- und Siedepunkte leicht erkennt. Der in der zuerst erwähnten Reaction gebildete Methylalkohol lässt sich beim Sieden des angesäuerten Destillates entzünden. Es schien aber für den Zweck der vorliegenden Untersuchung von Interesse, den Alkohol schärfer zu charakterisiren. Zu dem Ende wurden 100 g Jodmethyl durch kurze Digestion mit alkoholischem Ammoniak in Tetramethylammoniumjodid verwandelt und das ausgeschiedene Salz, neben kleinen Mengen Ammoniumjodids das gesuchte Jodid enthaltend, in Wasser gelöst und mit Silberoxyd entjodet. Die kaustische Lauge liess beim Abdampfen noch etwas Ammoniak entweichen und lieferte dann bei der Destillation eine Mischung von Trimethylamin und Methylalkohol. Indem man das Trimethylamin mittelst Schwefelsäure fixirte und von Neuem destillirte, ging Methylalkohol mit Wasser über, welches durch wasserfreies Kupfersulfat entfernt wurde. Der Methylalkohol wurde nun in Jodmethyl übergeführt

[1]) Hofmann, Ann. Chem. Pharm. LXXVIII, 263.

und aus letzterem wieder Tetramethylammoniumjodid gewonnen. Das Jodid wurde dann mittelst Silberchlorid in das entsprechende Chlorid verwandelt und letzteres in der Form von Platinsalz gefällt. Die Platinbestimmung ergab 35.23 pCt. Platin; das Platinsalz des Tetramethylammoniums verlangt 35.30 pCt. Platin.

Bei meinen zahlreichen Versuchen über die Zerlegung der Ammoniumbasen durch die Wärme wurde noch eine andere Thatsache festgestellt. Wird ein tetralkylirtes Ammoniumhydroxyd erhitzt, welches verschiedene Alkoholgruppen enthält, unter denen die Methylgruppe vorkommt, so treten die Methylgruppen, ganz einerlei, in welcher Reihenfolge sie in das Ammoniak hineingeschoben worden sind, stets in die sich bildende tertiäre Base über, während sich eine der anderen Gruppen in der Form eines Kohlenwasserstoffs aus dem Systeme loslöst; so entsteht z. B. aus Methyldiäthylamylammoniumhydroxyd (erhalten durch die Einwirkung von Jodmethyl auf Diäthylamylamin und subsequente Entjodung des gebildeten Jodids mit Silberoxyd) Methyläthylamylamin und Äthylen, aus Methyläthylamylphenylammoniumhydroxyd (in ganz analoger Weise aus Äthylamylphenylamin erzeugt) Methylamylphenylamin und gleichfalls Äthylen.

$$CH_3(C_2H_5)_2C_5H_{11}NOH = CH_3.C_2H_5.C_5H_{11}N + H_2O + C_2H_4.$$

$$CH_3.C_2H_5.C_5H_{11}.C_6H_5NOH = CH_3.C_5H_{11}.C_6H_5N + H_2O + C_2H_4.$$

Es war also in dem ersten Fall aus dem Diäthylamylamin, in dem zweiten Fall aus dem Äthylamylphenylamin eine Äthylgruppe durch die Methylgruppe, wenn man will, verdrängt worden.

Diese Beobachtungen beziehen sich allerdings zunächst nur auf solche Basen, in denen neben Methylgruppen noch andere aliphatische Gruppen vorhanden sind. Bei der Zerlegung von Ammoniumbasen, in welchen, neben einer aromatischen, nur Methylgruppen enthalten sind, erscheint erstere in der tertiären Base, während sich Methylalkohol abspaltet. So zerfällt das Trimethylphenylammoniumhydroxyd, wie ich erst neuerdings noch durch besondere Versuche festgestellt habe, bei der Destillation in Dimethylanilin und Methylalkohol. Allein die Wahrnehmung selbst dieser beschränkten Regelmässigkeit schien für die Erforschung von Aminen zweifelhaft gebliebener Constitution einen neuen Weg anzudeuten.

Diese Betrachtungen führte naturgemäss zu der Frage, wie sich wohl die dem Piperidin entsprechende Methylammoniumbase,

also das Dimethylpiperylammoniumhydroxyd unter dem Einfluss der Wärme verhalten würde. Verblieben auch hier die Methyl gruppen dem in Aussicht stehenden tertiären Amine, so lies sich erwarten, dass sich wenigstens ein Stück der Gruppe C_5H_1 in der Form eines Kohlenwasserstoffs aus dem Molecüle abspalte werde.

Der Versuch hat diese Voraussetzung bestätigt, allerdings unte Erscheinungen, welche in keinerlei Weise durch bereits vorliegend Erfahrungen angezeigt waren. Die Ergebnisse, welche diese Ver suche geliefert haben, sind in dem folgenden Aufsatze zusammen gestellt.

Hr. Hofmann gab ferner

Beiträge zur Kenntniss des Piperidins.

In seiner ausgezeichneten Arbeit über diese Base hat Ca hours [1]) auch die Einwirkung der Jodide des Methyls, Äthyls un Amyls auf das Piperidin eingehend studirt. Ich habe im Lauf meiner Untersuchungen mehrfach Gelegenheit gehabt, die von Ca hours beschriebenen Versuche, soweit sie die Methyl- und Äthyl reihe betreffen, zu wiederholen und bin, wie dies nicht anders z erwarten war, genau zu den Ergebnissen meines Freundes gelang Nur den Siedepunkt des

Methylpiperidins habe ich wesentlich niedriger gefunden. Ca hours' Versuche hatten denselben zu 118° ergeben; das von mi dargestellte Methylpiperidin siedete bei 107°. Allerdings war das selbe aus Gründen, welche sich im Verlaufe dieser Abhandlung e geben werden, nach einem anderen und auf den ersten Blick we nigstens umständlicheren Verfahren dargestellt worden. Cahour hatte das Product der Einwirkung des Jodmethyls auf Piperidi direct mit Alkali destillirt. Bei meinen Versuchen wurde das Pi peridin zunächst durch Behandlung mit Jodäthyl in das Jodhydra der Äthylbase übergeführt und aus letzterem durch Natronlauge da Äthylpiperidin in Freiheit gesetzt, welches, genau wie Cahour

[1]) Cahours, Ann. Chim. phys. [3], XXXVIII, 76.

angiebt, bei 128° siedet. Es bildet sich aber, wie dies bei Reactionen dieser Art stets der Fall ist, auch eine kleine Menge Diäthylpiperylammoniumjodid. Dieses wird von der Natronlauge nicht angegriffen und bleibt als besondere Schicht unter dem ausgeschiedenen Äthylpiperidin zurück; letzteres enthält aber begreiflich eine entsprechende Menge unveränderten Piperidins, auf welchen Umstand bei der Destillation der Äthylbase Rücksicht genommen werden muss. Bei vorsichtiger Behandlung des Äthylpiperidins mit Jodmethyl — die Reaction erfolgt mit explosionsartiger Heftigkeit — entsteht das Jodid des Methyläthylpiperylammoniums, welches mit Silberoxyd entjodet wird. Durch Destillation des so gewonnenen Hydroxyds erhält man, unter Entwickelung von Äthylengas, Methylpiperidin,

$$(C_5H_{10})^{II}CH_3C_2H_5NOH = (C_5H_{10})^{II}CH_3N + H_2O + C_2H_4.$$

Das so gewonnene Methylpiperidin siedet bei 107°. Denselben Siedepunkt besitzt auch die nach einem andern Verfahren (vergl. S. 299) dargestellte Methylbase.

Mit Ausnahme des Siedepunkts zeigt das Methylpiperidin alle von Cahours angegebenen Eigenschaften. Es wurde überdies durch die Analyse seines schönen in Wasser sehr, in Alkohol etwas weniger löslichen Platinsalzes identificirt.

	Theorie	Versuch
Platin	32.29	32.29

Bei der Einwirkung des Jodmethyls auf das Methylpiperidin bildet sich alsbald unter lebhafter Reaction das

Dimethylpiperylammoniumjodid. Man gewinnt aber diese schöne Verbindung begreiflicher Weise viel bequemer durch directe Behandlung von Piperidin mit Jodmethyl. Auch hier ist, wegen der Heftigkeit der Einwirkung, Sorgfalt zu empfehlen. Man lässt das Jodmethyl am besten durch einen auf den Digestionsballon aufgesetzten Rückflusskühler in das Piperidin eintropfen. Nach kurzer Digestion auf dem Wasserbade ist die Reaction vollendet. Es entstehen alsbald, wie sich voraussehen liess, beträchtliche Mengen von Dimethylpiperylammoniumjodid. Der Krystallbrei wird aus absolutem Alkohol, in welchem das Jodid selbst bei der Siedehitze nur mässig löslich ist, umkrystallisirt. Die gleichzeitig mit dem Jodide gebildeten jodwasserstoffsauren Salze des Piperidins und des

Methylpiperidins bleiben in dem Alkohol gelöst. Das Verhältniss, in welchem die verschiedenen Producte auftreten, scheint je nach den äusseren Bedingungen des Versuches (Wassergehalt des Piperidins, langsameres oder schnelleres Eintropfen des Jodmethyls, Temperatur u. s. w.) zu wechseln.

In der Regel scheint die Reaction nach der Gleichung:

$$3(C_5H_{10})^{II}HN + 3CH_3I$$
$$= (C_5H_{10})^{II}(CH_3)_2NI + (C_5H_{10})^{II}CH_3N.HI + (C_5H_{10})^{II}HN.HI$$

zu verlaufen. Die nach dem Abdampfen des Alkohols durch Alkali in Freiheit gesetzte Base siedete zwischen 106° und 107° und lieferte ein Platinsalz, dessen Platinprocente zwischen denen des Piperidin- und Methylpiperidin-Salzes in der Mitte lagen.

	Theorie		Versuch
	Piperidin	Methylpiperidin	
Platin	33.84	32.29	32.80

Die als Nebenproduct gewonnene Mischung von Piperidin und Methylpiperidin wird zweckmässig auf Dimethylpiperylammoniumjodid weiter verarbeitet. Die Zusammensetzung des zuletzt genannten Salzes ist bereits von Cahours festgestellt worden. Da aber diese Verbindung als Ausgangspunkt für die zu beschreibenden Versuche gedient hat, so ist sie nochmals analysirt worden. Der Formel

$$(C_5H_{10})^{II}(CH_3)_2NI = C_7H_{16}NI$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch		
C_7	84	34.85	34.01	—	—
H_{16}	16	6.64	6.69	—	—
N	14	5.81	—	—	—
I	127	52.70	—	52.37	52.82
	241	100.00			

Dimethylpiperidin. Als das durch Entjodung gewonnene Hydroxyd des Dimethylpiperylammoniums der Destillation unterworfen wurde, erwartete ich im Sinne der oben angedeuteten Auffassung, dass sich eine tertiäre Base mit zwei Methylgruppen und einem

fragmente der bivalenten Gruppe C_5H_{10} bilden, und dass das complementäre Fragment dieser Gruppe in Form eines Kohlenwasserstoffs oder selbst eines Alkohols austreten werde. Aber es wird weder ein Kohlenwasserstoff noch ein Alkohol ausgelöst, sondern es entsteht nur Wasser und eine flüchtige Base von der Zusammensetzung

$$C_7H_{15}N = C_5H_9(CH_3)_2N,$$
$$C_7H_{16}NOH = H_2O + C_7H_{15}N.$$

Dieselbe Base lässt sich auch einfach durch Destillation des Jodids mit Alkali gewinnen. Allein es bedarf schon des festen Natronhydrats. Durch wässerige Natronlauge wird das Jodid aus seiner Lösung im starren Zustande gefällt, aber selbst bei der Siedehitze nicht zerlegt. Die neue Base ist eine farblos durchsichtige Flüssigkeit von stark ammoniakalischem Geruch, welche, mit Kalihydrat und schliesslich mit metallischem Natrium entwässert, constant bei 118° siedet. Dies ist aber der Siedepunkt, welchen Cahours für das Methylpiperidin angiebt, und es wäre im Hinblick auf das Verfahren, welches er zur Darstellung anwendete, denkbar, dass die Probe, von welcher er den Siedepunkt nahm, zum Theile aus der höher methylirten Base bestanden habe. Das Dimethylpiperidin besitzt eine stark alkalische Reaction und zieht mit solcher Begierde Kohlensäure an, dass sich die Base selber zur Analyse nicht wohl eignete. Die Zusammensetzung ist daher durch die Analyse des salzsauren Salzes und eines schönen Goldsalzes festgestellt worden. Das Chlorhydrat wurde durch Sättigung der Base mit concentrirter Salzsäure und vollständiges Verdampfen des Wassers als weisse, feste Krystallmasse erhalten. Der Formel

$$C_7H_{15}N.HCl$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie	Versuch
Chlor	23.74	23.88.

Es wurde vergeblich versucht, dieses Salz in ein Platinsalz zu verwandeln. Platinchlorid bringt weder in wässeriger noch in alkoholischer Lösung eine Fällung hervor. Aus letzterem wird das Salz durch Äther als Öl gefällt, welches aber nicht zum Erstarren gebracht werden kann. Dagegen liefert das Chlorhydrat mit Gold-

chlorid ein schönes Doppelsalz, welches sich zunächst ebenfalls ölförmig ausscheidet, aber schnell zu goldgelben Nadeln erstarrt. *In vacuo* getrocknet gab dieses Salz bei der Analyse Werthe, welche zu der Formel

$$C_7H_{15}N.HCl.AuCl_3$$

führen.

	Theorie		Versuch	
C_7	84	18.58	18.84	—
H_{16}	16	3.54	3.63	—
N	14	3.09	—	—
Au	196.2	43.39	—	43.65
Cl_4	142	31.40	—	—
	452.2	100.00		

Dieses Goldsalz ist ausserordentlich zersetzlich; bei gelindem Erwärmen der Lösung scheidet sich Gold ab. Das zur Analyse verwendete Salz war während der kalten Januartage dargestellt worden. Als nach dem Eintreten milderer Witterung das Salz von Neuem bereitet wurde, hatte sich aus den Krystallen jedesmal schon Gold ausgeschieden, ehe sie zur Analyse gebracht werden konnten. Die Zusammensetzung der Base ist aber gleichwohl auch durch die im Folgenden niedergelegten Ergebnisse unzweifelhaft festgestellt.

Wie hat man sich die Constitution der neuen Base, welche vorläufig Dimethylpiperidin genannt werden mag, zu denken? Ich war zunächst geneigt, sie als eine tertiäre Base von der Formel

$$C_5H_9(CH_3)_2N$$

als ein Dimethylangelylamin aufzufassen. Man konnte annehmen, dass sich bei der Destillation des Hydroxyds des Dimethylpiperylammoniums die Hydroxylgruppe auf Kosten der bivalenten Gruppe C_5H_{10} in Wasser verwandle, diese Gruppe selbst in die univalente Gruppe C_5H_9 überführend. Eine solche Auffassung hat sich aber, Erfahrungen gegenüber, die besser im späteren Verlaufe dieser Abhandlung mitgetheilt werden, als unhaltbar erwiesen. Diese Erfahrungen deuten an, dass nur eine Atomwanderung stattgefunden hat, wie ich sie früher in Gemeinschaft mit Herrn Martius [1]) für

[1]) Hofmann und Martius, Monatsberichte 1871, 435; Hofmann, Monatsberichte 1872, 586.

die Basen der Phenylreihe nachgewiesen habe, bei denen unter dem Einflusse der Wärme die Methylgruppe aus dem Ammoniakfragment in den Benzolkern eintritt. Dem oben beschriebenen Dimethylpiperidin würde demnach die Formel

$$(C_5H_9CH_3)^{II}CH_2N$$

zukommen und seine Bildung durch die Gleichung

$$(C_5H_{10})^{II}(CH_3)_2NOH = H_2O + (C_5H_9CH_3)^{II}CH_2N$$

veranschaulicht werden.

Trimethylpiperylammoniumjodid. Ich musste natürlich begierig sein, zu erfahren, wie sich das neue Amin gegen Jodmethyl verhalten werde. Durfte man annehmen, dass eine zweite, eine dritte Methylgruppe in den Atomcomplex C_5H_{10} eintreten werde, gerade so wie es bereits gelungen ist, die sämmtlichen Wasserstoffatome in der Phenylgruppe durch Methyl zu ersetzen?

Das Jodmethyl wirkt auf das Dimethylpiperidin zwar nicht mehr so kräftig als auf das Monomethylpiperidin ein, aber doch immer noch kräftig genug, um Vorsicht zu empfehlen. Die Mischung beider Substanzen ist nachgerade zu einer blendendweissen Krystallmasse erstarrt, welche sich alsbald von dem vorher beschriebenen Jodid durch ihre grössere Löslichkeit in absolutem Alkohol unterscheidet. Sie lässt sich aber gleichwohl aus dieser Flüssigkeit umkrystallisiren und scheidet sich alsdann beim Erkalten der heiss gesättigten Lösung in wohlausgebildeten Prismen aus. Schon bei mässigem Erwärmen — auf beiläufig 200° — schmelzen diese Krystalle, ehe sie sublimiren, zu einem klaren Öle und auch an dieser Eigenschaft können sie schon äusserlich von dem früher beschriebenen Jodid unterschieden werden. Die Analyse zeigte alsbald, dass dieses neue Jodid einfach durch Vereinigung des Dimethylpiperidins mit Jodmethyl

$$C_7H_{15}N + CH_3I = C_8H_{18}NI = (C_5H_9CH_3)^{II}(CH_3)_2NI$$

entstanden ist. Eine solche Verbindung verlangt folgende Werthe:

		Theorie	Versuch		
C_8	96	37.65	37.41	—	—
H_{18}	18	7.06	7.21	—	—
N	14	5.49	—	—	—
I	127	49.80	—	49.74	49.92
	255	100.00			

Das neue Jodid zeigt die Eigenschaften der Jodide der Ammoniumbasen. Aus seiner wässerigen Lösung wird es durch Natronlauge als farbloses Öl ausgefällt, welches alsbald krystallinisch erstarrt. Diese Krystalle stellen das unveränderte Jodid dar. Durch Behandlung mit Silberoxyd entsteht eine stark alkalische Flüssigkeit, offenbar das entsprechende Hydroxyd

$$(C_5H_9CH_3)^{II}(CH_3)_2NOH$$

enthaltend, welche selbst über freiem Feuer eingedampft werden kann, ohne eine bemerkliche Zersetzung zu erleiden. Wird die Lösung zur Trockne gebracht, so erfolgt eine vollständige Verflüchtigung der Verbindung, indem nur etwas gelöstes Silberoxyd zurückbleibt. Das Destillat ist eine farblose, durchsichtige Flüssigkeit von stark ammoniakalischem Geruch, auf welcher in erheblicher Menge ein sehr flüchtiges, das Licht stark brechendes Liquidum von eigenthümlichem Geruch, als getrennte Schicht, oben aufschwimmt.

Dieses Liquidum ist in Säuren nicht löslich und es wurde daher sofort eine Scheidung des Destillates bewerkstelligt, indem man dasselbe mit Salzsäure sättigte, und die oben aufschwimmende Schicht mit dem Scheidetrichter abhob.

Die salzsaure Lösung wurde nunmehr zum Sieden erhitzt; in den ersten Antheilen des Destillates liess sich Methylalkohol nachweisen.

Die zurückbleibende saure Flüssigkeit, mit Alkali übersättigt der Destillation unterworfen, lieferte bei gelindem Erwärmen eine stark alkalische Flüssigkeit, in welcher sich schon durch den Geruch eine reichliche Menge von Trimethylamin erkennen liess. Aber man hat sich begreiflich nicht auf den Geruch verlassen. Das Destillat wurde mit Salzsäure gesättigt und nach dem starken Eindampfen mit Platinchlorid versetzt. Es schossen grosse, wohlausgebildete Octaëder von tief orangegelber Farbe an, welche bei der Analyse 36.87pCt. und nach einmaligem Umkrystallisiren 37.15 pCt. Platin lieferten. Das Trimethylaminplatinsalz verlangt 37.17 pCt. Platin.

Neben dem Trimethylamin war aber noch eine andere Base vorhanden, welche erst bei höherer Temperatur destillirte. Sie wurde durch Bestimmung des Siedepunkts, an dem schönen Gold-

salze, welches sie bildet, und an ihrer Unfähigkeit ein Platinsalz zu liefern, unschwer als Dimethylpiperidin erkannt.

Es blieb noch übrig, die Natur der in Wasser und Säuren unlöslichen Flüssigkeit festzustellen. Ihr Verhalten zum Brom bezeichnete alsbald einen ungesättigten Kohlenwasserstoff, welcher, wie die Dinge lagen, kein anderer als die Verbindung C_5H_8 sein konnte. Dies ist wirklich so. Ich will den Körper bis auf Weiteres

Piperylen nennen. Der Siedepunkt desselben liegt bei 42°; gegen Ende der Destillation steigt indessen die Temperatur etwas, so dass vielleicht die Polimerisation einer kleinen Menge angedeutet ist. Der einfachste Weg, die Natur des Kohlenwasserstoffs zu ermitteln, schien die Bestimmung des Gasvolumgewichts. Bei der Vergasung in der Barometerleere bei 100° ergab sich die Dampfdichte, auf Wasserstoff bezogen, zu 34.03. Der theoretische Werth ist $\frac{68}{2} = 34$. Behandelt man den Kohlenwasserstoff mit einem Überschusse von Brom, was der heftigen Reaction halber mit Vorsicht zu geschehen hat, so werden verschiedene Producte gebildet, von denen einige flüssig sind. Da sich gleichzeitig, wenn auch in untergeordneter Menge Bromwasserstoffsäure entwickelt, so ist die Anwesenheit von Substitutionsproducten unter denselben angedeutet. Stets aber erscheint bei der Einwirkung des Broms im Ueberschusse auf das Piperylen auch ein starres, in perlmutterglänzenden Blättchen krystallisirendes Additionsproduct, welches durch Umkrystallisation aus Alkohol mit Leichtigkeit im Zustand der Reinheit erhalten werden kann. Nach mehrfachem Umkrystallisiren zeigt dieser Körper den constanten Schmelzpunkt 114°.5; höher erhitzt, verflüchtigt er sich ohne Zersetzung.

Die Analyse führte zu der Formel:

$$C_5H_8Br_4,$$

welche folgende Werthe verlangt:

	Theorie		Versuch	
C_5	60	15.46	15.66	—
H_8	8	2.06	2.25	—
Br_4	320	82.48	—	82.12
	388	100.00		

Kehren wir nach diesen Darlegungen zu der Einwirkung der Wärme auf das Hydroxyd des Trimethylpiperylammoniums zurück, so zeigt es sich, dass bei der Umbildung dieses Körpers zwei verschiedene Processe neben einander herlaufen. In erster Linie, aber untergeordnet der Menge nach, spaltet sich die Ammoniumbase in Dimethylpiperidin und Methylalkohol

$$(C_5H_9CH_3)^{II}(CH_3)_2NOH = (C_5H_9CH_3)^{II}CH_2N + CH_3OH ;$$

in zweiter Linie, aber vorwaltender Menge, zerfällt das Ammoniumhydroxyd in Trimethylamin, Piperylen und Wasser

$$(C_5H_9CH_3)^{II}(CH_3)_2NOH = (CH_3)_3N + C_5H_8 + H_2O .$$

In der Hoffnung, den dem Piperylen entsprechenden Alkohol in Form seines Essigäthers zu erhalten, wurde das Hydroxyd des Trimethylpiperylammoniums mit einem Überschusse von Eisessig destillirt. Es hätte sich essigsaures Trimethylamin und Angelylacetat bilden können; die Spaltung erfolgt aber in einer anderen Richtung; es destillirt essigsaures Dimethylpiperidin und Essigsäure-Methyläther.

$$(C_5H_9CH_3)^{II}(CH_3)_2NOH + 2C_2H_3OOH$$
$$= (C_5H_9CH_3)^{II}CH_2N , C_2H_3OOH + C_2H_3OOCH_3 + H_2O .$$

Die Operation wurde in hinreichendem Maasstabe ausgeführt, um die beiden Umbildungsproducte durch die Bestimmung ihrer Siedepunkte identificiren zu können.

An dieser Stelle ist es angezeigt, nochmals auf die Constitution des Dimethylpiperidins zurückzukommen. Es wurde bereits auf Versuche hingewiesen, welche zwischen den Formeln

$$C_5H_9(CH_3)_2N \quad \text{und} \quad (C_5H_9CH_3)^{II}CH_2N$$

zu Gunsten der letzteren entschieden hätten (vergl. S. 295). Leitet man in die freie Base (vom Siedepunkt 118°) einen Strom trockner Salzsäure, so bildet sich alsbald das Chlorhydrat als starre krystallinische Masse, welche schon bei gelinder Wärme schmilzt. Steigert man die Temperatur, so entwickelt sich reichlich Chlormethyl und die Umbildung des ursprünglichen Salzes wird überdies durch den Umstand angedeutet, dass das geschmolzene Salz trotz Temperaturerhöhung wieder erstarrt. Erhitzt man noch stärker, so wird die Einwirkung unregelmässig, das Chlormethyl ist von einem durch

Brom nachweisbaren Kohlenwasserstoff begleitet und der Rückstand enthält nunmehr reichliche Mengen von Salmiak. Hat man sich innerhalb mässiger Temperaturgrenzen gehalten, so wird aus dem zurückbleibenden Salze durch Alkali eine Base in Freiheit gesetzt, welche entwässert bei 107° siedet. Mit Salzsäure liefert dieselbe ein sehr lösliches, aber doch gut krystallisirendes Salz. Das entsprechende Platinsalz ist in Wasser leicht, in Alkohol weniger leicht und noch weniger in einer Mischung von Alkohol und Äther löslich. Es krystallisirt in schönen orangegelben Nadeln, deren Analyse zur Formel

$$2[C_6H_{13}N.HCl]PtCl_4$$

führte.

	Theorie		Versuch				
C_{12}	144	23.61	23.26	—	—	—	—
H_{28}	28	4.59	4.92	—	—	—	—
N_2	28	4.59	—	—	—	—	—
Pt	197	32.29	—	32.14	32.43	32.36	32.18
Cl_6	213	34.92	—	—	—	—	—
	610	100.00					

Auch in seinem äusseren Habitus gleicht das Salz dem schon früher (S. 291) erwähnten Platinsalze des Methylpiperidins. Gleichwohl konnte hier das eine oder das andere der beiden Amine

$$(C_5H_{10})^{II}CH_2N \quad \text{oder} \quad (C_5H_9CH_3)^{II}HN$$

vorliegen, und es bedurfte eines besonderen Versuches, um zwischen beiden zu entscheiden. Diese Entscheidung konnte durch Behandlung der Base mit Jodmethyl herbeigeführt werden. Lag das erstere vor, so musste das Jodid der methylärmeren Ammoniumbase, die Verbindung

$$(C_5H_{10})^{II}(CH_3)_2NI\,,$$

entstehen, während das letztere Amin das Jodid einer methylreicheren Ammoniumbase, die Verbindung

$$(C_5H_9CH_3)^{II}(CH_3)_2NI\,,$$

liefern musste. Der Versuch hat gezeigt, dass das erstere gebildet wird. Man erkennt es alsbald an seiner Schwerschmelzbarkeit, allein es wurde auch noch durch die Analyse identificirt. Die

oben (S. 292) erwähnte zweite Jodbestimmung ist mit auf diese Weise gewonnenem Jodid ausgeführt worden.

Der Salzsäureversuch entscheidet begreiflich auch über die Natur des Dimethylpiperidins. War die mit diesem Namen bezeichnete Verbindung ein tertiäres Amin mit drei einwerthigen Gruppen, war seine Zusammensetzung

$$C_5H_9(CH_3)_2N,$$

so musste durch den Abbau einer Methylgruppe ein secundäres Amin mit zwei einwerthigen Gruppen, die Verbindung

$$C_5H_9CH_3HN$$

gebildet werden. War die Base dagegen ein tertiäres Amin mit einer einwerthigen und einer zweiwerthigen Gruppe, also die Verbindung

$$(C_5H_9CH_3)^{II}CH_2N,$$

so konnte durch das Herausnehmen einer Methylgruppe entweder eine secundäre Base oder eine tertiäre Base

$$(C_5H_9CH_3)^{II}HN \quad \text{oder} \quad (C_5H_{10})^{II}CH_2N$$

entstehen. Die Einwirkung des Jodmethyl hat bewiesen, dass eine tertiäre Base entstanden war.

Aus den beschriebenen Versuchen lässt sich mit Sicherheit erschliessen, dass bei der Bildung des Dimethylpiperidins die Methylgruppe in den Atomcomplex C_5H_{10} eintritt, aus welchem sie bei der Einwirkung der Salzsäure alsbald wiederum gelöst wird.

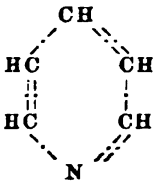
Noch sind hier wohl einige Bemerkungen über die Constitution des Piperidins am Platze, welche trotz der im Vorstehenden beschriebenen neuen Spaltung noch immer nicht unzweifelhaft festgestellt ist. Ich habe selber [1]) vor einigen Jahren gezeigt, dass das Piperidin durch die Einwirkung des Broms in Verbindungen übergeht, welche sich von dem Pyridin ableiten lassen. Später hat Königs [2]) durch Oxydation des Piperidins, obwohl nur schwierig und in kleiner Menge Pyridin erhalten, und infolge dieser Beobachtung das Piperidin als ein vollständig reducirtes Pyridin aufgefasst.

---

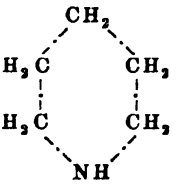
[1]) Hofmann, Monatsberichte 1879, 381.

[2]) Königs, Berichte der chem. Ges. XII, 2341.

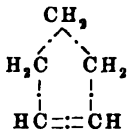
Pyridin



Piperidin



Diese Auffassung, welche viel Verführerisches hat, giebt gleichwohl über manche der beobachteten Erscheinungen noch nicht den erwünschten Aufschluss. Bei der gleichwerthigen Stellung aller Kohlenstoffatome in dem ringförmig geordneten Systeme ist es auffallend, dass die Methylirung am Kohlenstoff — sehr ungleich dem, was bei der Methylirung des Anilins beobachtet worden ist — sich nur ein einziges Mal vollzieht, und dass der Process, welcher sie bedingt, schon bei der nächsten Wiederholung ein Zerfallen des Moleculs unter Abscheidung von Trimethylamin zur Folge hat. Auch konnte man wohl erwarten, dass sich bei der Abscheidung von (trimethylirtem) Ammoniak aus dem ringförmig construirten Piperidin die Kohlenstoffkette wieder schliessen werde, so dass ein Kohlenwasserstoff



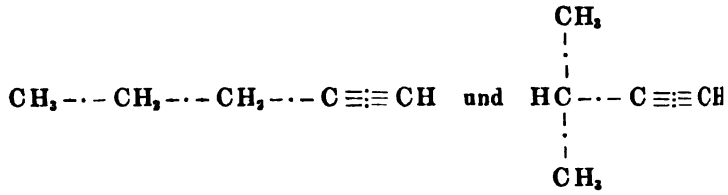
austräte. Ein solcher Kohlenwasserstoff würde jedoch zunächst nur 2 Atome Brom aufnehmen, während sich erst beim Zerreissen des Ringes 4 Atome Brom anlagern könnten. Nun entsteht aber aus dem Piperylen die Verbindung mit 4 Bromatomen schon beim einfachen Überblasen von Bromdampf über den Kohlenwasserstoff. Man muss hier also wohl eine gestreckte Kohlenstoffkette annehmen.

Es wird sich daher zunächst darum handeln, einen näheren Einblick in die Natur dieses Kohlenwasserstoffs zu gewinnen. Kohlenwasserstoffe von der Formel C_5H_8 sind bereits mehrfach studirt worden. Von dem Propylacetylen[1]) und Isopropylacetylen[2]).

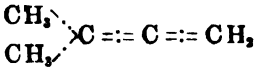
---

[1]) Friedel, Compt. Rend. LXXII, 1192 und Bruylants, Berichte der chem. Ges. VIII, 410.

[2]) Bruylants, Berichte der chem. Ges. VIII, 406.



unterscheidet sich der vorläufig als Piperylen bezeichnete Kohlenwasserstoff durch sein Verhalten gegen ammoniakalische Silberoxyd- und Kupferoxydullösung. Während die beiden erstgenannten Kohlenwasserstoffe mit Leichtigkeit in Metallverbindungen übergehen, ist das Piperylen ohne alle Wirkung auf diese Salze. Dagegen könnte das Piperylen wohl mit dem von Reboul [1]) entdeckten Valerylen



identisch sein. Beide Substanzen zeigen denselben Siedepunkt, und sind vollkommen indifferent gegen ammoniakalisches Silberoxyd und Kupferoxydul; indessen macht der Umstand, dass Reboul das aus dem Piperylen so leicht entstehende krystallinische Tetrabromid aus dem Valerylen nicht erhalten zu haben scheint, die Identität doch sehr zweifelhaft.

Um in dieser Beziehung Klarheit zu gewinnen, habe ich eine grössere Menge Piperylen dargestellt, um das Verhalten seiner Bromverbindungen gegen andere Substanzen, zumal aber gegen Ammoniak und Amine zu studiren.

---

[1]) Reboul, Ann. Chem. Pharm. CXXXI, 238; CXXXII, 117.

24. März. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtsfestes Sr. Majestät des Kaisers und Königs.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar, Hr. Mommsen, eröffnete die Sitzung mit folgender Festrede:

Feste feiern ist ein ernstes Geschäft. Welchen Grundes immer die Feier sein mag, sie schliesst entweder die Abrechnung mit der Vergangenheit oder den Ausblick in die Zukunft, häufig beides zusammen ein; und mag die Bilanz für jene noch so befriedigend, mag der Voranschlag für diese noch so hoffnungsvoll sein, das Aneinanderhalten des Erstrebten und des Erreichten wirft seine Schatten zurück auch auf die glorreichste Vergangenheit, die vollste und sicherste Hoffnung ist dennoch untrennbar verknüpft mit dem Gefühl des Bangens vor den unberechenbaren Wechselfällen der Zukunft.

Diese ernste Grundstimmung gilt vor allem für diejenige Feier, die wir am heutigen Tage begehen, nun schon als altgewohntes und mit jedem neuen Jahr in dankbarer Innigkeit sich steigerndes Fest der Preussen und der Deutschen überhaupt. Wenn die Geschichte das Buch der Könige gewesen ist und bleiben wird; wenn die älteste Zeitrechnung, nach welcher sie zählt, die ist nach Jahren der Könige, so ist es wohl in der Ordnung, wenn ein Staat wie der unsere, dessen Eigenart von jeher in scharfer Ausprägung des monarchischen Grundgedankens bestanden hat, in dem Jahresabschluss des Herrschers so zu sagen sein eigenes Gründungsfest begeht; wenn es an diesem Tage allen zum Bewusstsein kommt, dass an dem mächtigen Baum der Nation wiederum ein Jahrring sich geschlossen hat und wieder ein neuer Kreislauf beginnt; wenn an ihm ein jeder Einzelne dankend und theilnehmend zurückblickt auf die Vorgänge, welche im abgelaufenen Jahr den Staat und das untrennbar mit dem Staat verknüpfte Königshaus in Freude und Leid bewegt haben, jeder Einzelne hoffend und sorgend hinausschaut auf die Vorgänge, welche im beginnenden Jahr beide in gleicher Weise bewegen werden. Denn gleichgültige Jahre kann es nicht geben in unserm grossen Gemeinwesen, das so wenig

stillstehen kann wie die Sonne. Das ist der unveränderliche Gedanke dieses Festes, gebunden nicht an den im Lauf der Zeiten wechselnden Tag; er wird kein anderer sein, wenn dereinst am achtzehnten October und weiterhin am siebenundzwanzigsten Januar in diesen Räumen andere Stimmen ihm Ausdruck geben und andere Ohren ihm lauschen werden.

Aber neben dem allgemeinen und unwandelbaren Stempel, welcher, entsprechend den Institutionen der Königlichen Akademie der Wissenschaften, diesem Fest ein für allemal aufgeprägt ist, wird es immer noch einen besonderen und persönlichen Charakter an sich tragen. Es hat wohl Staaten gegeben, in welchen der Monarch zunächst und vor allem der sichtbare Ausdruck, die populäre Verkörperung der Staatseinheit ist und seine persönliche Thätigkeit nicht in Rechnung gezogen, ja vielfach als unberechtigtes Eingreifen empfunden wird — Staaten, welche eben so wohl von Frauen regiert werden können wie von Männern. Dies gilt von dem unsrigen nicht; er würde, erstarkt wie er ist, vorübergehend einen solchen Zustand zu ertragen vermögen, aber geworden ist er durch das Gegentheil davon und immer würde derselbe als seiner Natur zuwider empfunden werden. Die Herrscher des Hauses Hohenzollern haben von jeher ein eigenes und persönliches Verhältniss zu ihren Unterthanen gehabt; das Verhältniss, welches der Städter zu seinem Bürgermeister, der Kreisangehörige zu seinem Landrath hat, überträgt sich hier in weiterem Kreise, in höherer Steigerung auf den Landesherrn und verschmilzt in wohlthätiger Einheitlichkeit mit dem so zu sagen symbolischen Gedanken der Monarchie. Es gilt dies selbst für die Vergangenheit. Wenn wir absehen von den wenigen der Bildung gänzlich entbehrenden und von den durch die unblutigen, aber darum nicht minder schweren National- und Religionskriege unserer Zeit mit der Staatseinheit verfeindeten Kreisen, steht jeder Preusse zu den einzelnen Herrschern bis wenigstens zum alten Fritz hinauf in einem so zu sagen persönlichen Verhältniss; bei aller Ehrfurcht, die dem Monarchen als solchem gebührt, werden die Verschiedenheit ihrer Verdienste um den Staat und die Gegensätze ihrer Persönlichkeiten sehr lebhaft empfunden. Schwerlich giebt es einen anderen Staat, welcher eine auch nur annähernd ähnliche Erscheinung aufweist. Aufs engste hängt sie zusammen mit der eigenthümlichen Kriegsverfassung unserer Monarchie. Es ist darum auch diese ihre Besonderheit dadurch in keiner

Weise aufgehoben oder auch nur gemindert worden, dass dieselbe bei unserem Denken von dem formalen Absolutismus, der längst seine Berechtigung verloren hatte und anfing schwer auf den Gemüthern zu lasten, zu der für unseren Staat vor allem unentbehrlichen und wohlthätigen constitutionellen Ordnung übergegangen ist. Unser Herrscherthum ist wohl auch der Punkt auf dem i, der den Staat als solchen repräsentirt, aber zugleich das höchste Amt, vor allem das höchste Kriegsamt, und wird es bleiben. Wie sehr wir die durch einen hoffentlich nicht ewig währenden Gegendruck von aussen uns aufgezwungene übermässige Anspannung unserer militärischen und der dadurch bedingten ökonomischen Leistungsfähigkeit bedauern mögen, wie richtig es sein mag, dass diese Zustände nicht von Geschlecht zu Geschlecht dauern können, sondern die Krise mit solcher Nothwendigkeit in sich tragen wie der Mutterleib das empfangene Kind: der ewige Friede ist unter allen Umständen nicht bloss ein Traum, den heute auch Kant nicht träumen würde, sondern nicht einmal zu wünschen. Wir Preussen, jetzt darf man sagen wir Deutschen beklagen uns keineswegs, dass uns ein Platz auf dem Erdball angewiesen ist, wo wir stets in der Lage sein werden uns unserer Einheit und Selbständigkeit zu wehren und wo kein Wassergürtel, kein machtloser Nachbar uns das Geschäft erleichtert Haus und Hof und Weib und Kind zu beschützen. Wir brauchen nicht den Krieg, seit wir unsere Grenzen gewonnen haben, aber wir brauchen die Kriegsrüstung und den Kriegsherrn. Des Amtes haben die Könige Preussens gewartet, und wie der erste deutsche Kaiser die Erbschaft übernommen hat, so werden die folgenden Geschlechter, diejenigen die wir sehen und die, welche dereinst nachkommen werden, desselben Amtes Wärter sein und ihr Thron auf diesem ruhen.

Ist es dem Forscher auf dem Gebiet der alten Geschichte erlaubt daraus Parallelen heranzuziehen, so möchte ich in diesem Zusammenhang an eine mehr gescholtene als verstandene Institution des römischen Gemeinwesens erinnern, welche bei all ihren tiefgreifenden Fehlern und Schäden doch im Wesen auf demselben Grundgedanken ruht und deren abgeschlossen vorliegende Geschichte den Zuständen der Gegenwart einigermaassen zum Spiegel dienen kann. Ich meine den römischen Principat. Kaum ist je eine geschichtliche Institution unter gleich ungünstigen Verhältnissen ins Leben getreten wie die Monarchie des Augustus. Sie ruht auf dem po-

litisch, militärisch, ökonomisch und sittlich vollständigen Bankerott der damaligen Civilisation. Die griechische Nation oder richtiger gesagt die von griechischer Cultur erfassten Nationen Osteuropas und Westasiens, momentan zusammengeballt durch den grossen Makedonier, dann auseinander gebrochen in so viel Trümmer, als er namhafte Feldmarschälle in seinem Heer gezählt hatte, hatten sich unter einander in Nebenbuhlerkämpfen und Successionskriegen so vollständig aufgerieben, dass mit Armeen von der Stärke etwa, wie sie späterhin Venedig gegen die Türken aufgestellt hat, durch Feldherren von mässiger Begabung der Senat der Stadt Rom ihrer aller Erbschaft einziehen konnte. Italien selbst hatte in hundertjährigem Bürgerkrieg die Blüthe seiner Bevölkerung, seine freiheitlichen Ideale, seinen inneren Frieden eingebüsst. Keine gemeinschaftliche Nationalität hielt die Menschenmassen zusammen, welche äusserlich den Behörden der Stadt Rom unterthan waren; neben dem noch nicht einmal vollständig latinisirten Italien stand der weite Osten mit seinen unzähligen Nationen, für welche die griechische Sprache ungefähr die Dienste that wie jetzt die englische in Ostindien, standen im Westen die unterworfenen Landschaften Nordafricas, Spaniens, Frankreichs, des Donaugebiets, der damals herrschenden Civilisation ungefähr so fremd gegenübergestellt wie der unsrigen China und Japan. Alle politischen Institutionen hatten abgewirthschaftet, das Königthum nicht minder in den Sclavendiademen und Brüderkämpfen Kleinasiens wie der Bürgerfreistaat in dem oligarchischen Schandregiment und dem Frevelregiment der Demagogen. Die städtischen Gemeinwesen in Italien wie im Osten und, soweit es deren dort gab, auch im Westen waren im tiefsten Verfall, eine geschlossene Militärmacht nirgends vorhanden, der Krebsschaden der Sklavenwirthschaft in dem allgemeinen Ruin aufgeblüht zum Land- und Seeräuberflor. — Und dennoch vermochte es der Begründer des römischen Principats aus diesen Trümmern einen Staat zu schaffen, der ein halbes Jahrtausend bestanden hat, in dem Wohlstand und Ordnung wenigstens wieder möglich wurden, welchem es gelungen ist die lateinische und die griechische Civilisation in der Weise zu verschmelzen, wie sie noch heute gemeinschaftlich unsere Bildung beherrschen, und den barbarischen Westen dem lateinischen Culturgebiet anzueignen. Und dies alles ist nicht das Werk eines jener ausserordentlichen Männer, in welchen die Macht des einzelnen Menschengeistes der Macht des Weltgeschicks

ebenbürtig gegenübertritt, am wenigsten das Werk Caesars, an dessen vermuthlich nach dem Muster Alexanders geplante Monarchie die fast zwanzig Jahre nach seinem Tode vollzogene politische Constituirung des Reiches keineswegs angeknüpft hat. Augustus war kein Caesar, keineswegs eine geniale Natur, vielmehr eine vorsichtige, wenig thatkräftige, ausgleichende Persönlichkeit, auch das Werk, welches er schuf, eben in Folge seines den Verhältnissen des Augenblicks allzusehr Rechnung tragenden und allzu ängstlich bedächtigen Naturells, mit Mängeln behaftet, die wohl hätten vermieden werden können und die späterhin verhängnissvoll geworden sind — ich erwähne nur die weit unter den Bedürfnissstand des Staats herabgedrückte Stärke des stehenden Heeres und den Mangel einer festen Erbfolgeordnung. Auch späterhin hat über dem römischen Principat, was die Persönlichkeiten anlangt, geradezu ein Unstern gewaltet. In der langen Reihe dieser Herrscher begegnet während der ersten drei Jahrhunderte unter der Menge geringer, nichtswürdiger, alberner Individuen nicht eine einzige staatsmännisch wahrhaft hervorragende Gestalt; der geistig bedeutendste von allen, Tiberius hat in verbittertem Fürstenwahnsinn geendigt; die besten unter den übrigen sind tüchtige Verwaltungsbeamte, wie Vespasianus, oder kriegslustige Offiziere zweiten Ranges, wie Traian. Erst dreihundert Jahre nach Augustus bestieg ein Mann den Thron, welcher dessen organisatorische Arbeit wieder aufnahm und, namentlich indem er ein den Verhältnissen entsprechendes Kriegsheer schuf, den Staat des Augustus noch einmal zugleich regenerirte und denaturirte.

Wie ist es nun gekommen, dass Aufgaben so ungeheurer Grösse, so unermesslicher Schwierigkeit ohne unmittelbares Eingreifen überwältigender persönlicher Schöpferkraft dennoch in solchem Umfang von dem Principat gelöst werden konnten? Die Antwort ist einfach. Der Principat, wie Augustus ihn constituirte, ist weder die Monarchie, wie sie das Alterthum bis dahin gekannt hatte, noch die bisherige Republik, sondern aus beiden in der Weise zusammengesetzt, dass er von jener die Lebenslänglichkeit und mit gewissen Einschränkungen die Machtfülle, vor allem die Kriegsherrnstellung übernahm, von dieser den Amtsbegriff mit all seinen Consequenzen. Insofern darf man, was in etwas anderer Beziehung einzelnen der Kaiser nachgerühmt wird, dass sie Fürstenthum und Freiheit zu paaren verstanden haben, im höheren Sinn

für die Institution als solche in Anspruch nehmen; und dieser selbst in dem schwachen und niederen Träger sich nie ganz verleugnende Grundgedanke ist es gewesen, welcher dem römischen Principat jene beispiellose Kraft des Organisirens verliehen und bewahrt hat.

Wir nehmen die gleiche hohe Ehre, den gleichen zukunftsvollen Beruf auch für unsere Herrscher in Anspruch. Auch sie sind nicht bloss Fürsten, sondern zugleich Beamte; auch für sie bestehen nicht bloss Rechte, sondern zugleich Pflichten; auch sie sind verantwortlich, nicht dem Gericht oder der Volksvertretung, aber ihrem eigenen und dem öffentlichen Gewissen. Wir wissen, was Friedrich II und Friedrich Wilhelm III dem preussischen Staate gewesen sind; wir wissen auch, dass ein deutscher Staat nicht werden konnte ohne Kaiser Wilhelm. In diesem Sinne ist es gemeint, wenn wir der Festfeier des 22. März einen persönlichen Charakter beilegen, und wenn wir es aussprechen, dass unseren erhabenen Herrscher und seine Unterthanen ein Band verknüpft, das mit jedem Jahre seines Regimentes sich fester schlingt und das sein eigen ist und bleibt.

Nicht alles, was an diesem Tage die Herzen der Unterthanen des Kaisers Wilhelm bewegt, darf über ihre Lippe kommen, vielleicht das Tiefste und Innigste am wenigsten hervortreten. Es gehört zu dem schweren Lebensernst der Höchstgestellten, dass sie ihres Amtes waltend zwar Schmeichel- und Schmähredе genug vernehmen, aber das unparteiische Urtheil einer Zeit anheimstellen müssen, in welcher ihr Ohr es nicht mehr zu hören vermag. Für die besonderen Gründe, welche die Liebe und die Treue gegen den Herrscher des Landes in jedem einzelnen Fall eigenthümlich färben und besonders bedingen, giebt es kein entsprechendes Organ. Es muss auch den geliebtesten und geehrtesten von ihnen genügen, dieser Liebe und dieser Treue in unmittelbarer Empfindung sich bewusst zu werden. Dies Bewusstsein hat Kaiser Wilhelm; nicht bloss wenn das Kaiserwetter leuchtet, sondern vielleicht noch mehr an den trüben und schweren Tagen hat er es empfunden, wie das Herz des Landes für ihn schlägt, und jeder Aberwitz, jede Tollheit, jedes Verbrechen, die gegen ihn sich richten und an ihm sich vergreifen, haben diese Empfindung in ihm nur bestätigt und gesteigert.

Das Lebensjahr, das er heute abschliesst, dürfen wir im Ganzen genommen segnen. Mühe und Arbeit genug hat es ihm ge-

bracht; und eben darum ist es ihm köstlich gewesen, ihm, dem Mann der unverwüstlichen Thätigkeit; er hat es vermocht die Mühe auf sich zu nehmen und die Arbeit zu leisten. Wenn das Leben hoch kommt, heisst es, so währt es achtzig Jahre; zu ihm sehen bereits die Achtzigjährigen auch dem Alter nach hinauf und nach der Thatkraft unzählige an Jahren Jüngere. Es geziemt sich nicht für diese Stätte auf die Vorgänge einzugehen, welche im Laufe dieses Jahres Fürstenrath und Fürstenthat erfordert haben; das aber darf auch hier ausgesprochen werden, dass wir Deutschen mit Stolz auf die Stelle blicken, welche bei solchen Verhandlungen unsere Nation jetzt einnimmt und zu der die ehrwürdige Persönlichkeit unseres Herrschers wesentlich mit beiträgt.

Wie kein Jahr vergeht, ohne dem Staat und dem Herrscherhaus besondere Feste zu bringen, so haben wir in diesem eines begangen, das uns, die Vertreter der deutschen Wissenschaft, in besonderer Weise anging: ich meine die erste Jubelfeier unsrer Schwesteranstalt, des königlichen Museums. Kunst und Wissenschaft sind nicht bloss durch Redensart verbunden, und nicht zufällig war es, dass der erlauchte Vater unseres Herrschers in jener Zeit der tiefsten äusseren Erniedrigung und der höchsten inneren Erhebung fast gleichzeitig der Wissenschaft in unserer Stadt einen festen Halt gab durch Schaffung der Universität und die ersten Grundlinien zu jener Institution des Museums zog, welche einzig in der Welt dasteht als hervorgegangen nicht aus fürstlichem Dilettantismus, sondern aus königlichem Pflichtgefühl. Die silberne Schale hat er geschaffen; seinem Sohn war es beschieden in neuester Zeit goldene Äpfel in dieselbe einzuführen, wie sie eben für diese Sammlung recht eigentlich gehören. Als der Minister v. Altenstein bei der Eröffnung des Museums seinen Schlussbericht erstattete, gab er dem Gedanken Ausdruck, dass unsere Sammlungen in Fülle und Herrlichkeit wohl zurückständen hinter anderen älterer Gründung und reicherer Mittel, aber durch das Zusammenfassen des Verschiedenartigsten zu einem 'grossen und vollständigen Verein sämmtlicher Kunstzweige und Kunstrichtungen' einen geschichtlichen Gesammtüberblick gewähren würden, wie dies damals, vor funfzig Jahren, keine andere that. Es ist gewissermaassen der Lohn für dies klar sich bescheidende und dennoch das Höchste verfolgende Streben, dass die Aufstellung der pergamenischen Sculpturen in unserem Museum für die Geschichte der hellenischen Kunst den fehlenden Schlussstein geliefert

hat. Und mit der Freude an dem Gewonnenen hat auch die bisher verzagte Hoffnung auf weiteren Gewinn neues Leben empfangen. Warum soll der erste Schatz, den wir in der Heimstätte Homers gehoben haben, auch der letzte sein? Wir entwöhnen uns nur stückweise der Vorstellung unter den Staaten Europas den Aschenbrödel zu spielen. Es wird anders in jenen Sälen aussehen und andere Säle werden dazu gesellt und gefüllt sein, wenn das Berliner Museum sein nächstes Jubelfest feiert.

Wir gedenken schliesslich der Ereignisse, welche in dem verflossenen Jahre das königliche Haus bewegt haben und mit dem Hause in Freude und Trauer das Land. Noch sehen wir die Fahnen flattern und die Guirlanden Haus und Haus verknüpfen, welche der Freude unserer Stadt den Ausdruck gaben bei der Vermählungsfeier des ältesten Enkels unseres hohen Herrn, des Trägers seines Namens und des dereinstigen seiner Krone. Das schöne Fest, das, indem es neue Bande schloss, zugleich schmerzliche Erinnerungen an alten Hader auf immer begrub, hat auch unserer Akademie die willkommene Gelegenheit gegeben, die alte Liebe und Treue gleichsam zu Händen der Zukunft zu bestätigen und das schon jetzt anzudeuten, was dereinst unseren Kindern und Enkeln zu erfüllen obliegen wird.

Aber wie könnte der Mund schweigen von dem Trauerfall, welcher wenige Tage vor diesem Fest eingetreten ist und seinen düstern Schatten auf den heutigen Tag wirft? An diesem hier reden zu dürfen ist immer eine Ehre; eine Freude ist es heute nicht. Ein Trauerklang geht durch alle heutigen Festgrüsse, vom Kaiserschloss an bis hinab zu jeder Stadthalle, zu jedem Schulsaale, zu jedem Festkreis; geht er etwa nicht durch diesen Raum? fühlt nicht jeder von uns ihn heute in der eigenen Brust? wie kann, wer den Gefühlen des Tages Worte leiht, dieses Vorgangs nicht gedenken? Ist unser Vaterland nicht unmittelbar von ihm betroffen, so liegt er nächst und schwer auf unserm Herrscherhaus, und wir fühlen uns eins mit ihm in Freude und Leid.

Aber es ist nicht bloss eine erschütternde Trauerkunde; es ist ein Schandfleck auf dem Ehrenschild unserer Cultur, den wir leider jetzt nicht mehr ablehnen können mit dem Dank an den Herrgott dafür, dass es hüben nicht also ist wie drüben. Alte eigene Wunden brechen wieder auf, und es ruft diese Schreckensnachricht die

Erinnerung hervor an nur zu ähnliche Vorgänge, die wir selbst haben erleben müssen und nie werden vergessen können.

Leider ist es nur zu wahr, dass diese Verbrechen nicht der Barbarei, sondern der Civilisation entstammen, und wir Männer der Wissenschaft, die wir vor anderen berufen sind diese Civilisation zu vertreten, wir fühlen uns so zu sagen mit getroffen von diesen ihren grauenvollen Auswüchsen, worin die aus der Gesittung hervorgehende Entsittlichung das Thun der Barbaren mit allem Kunstgeschick der Cultur vollzieht, worin die Gedankenlosigkeit der vorhumanen Epoche sich umhüllt mit der Phraseologie der herabgekommenen Cultur.

Aber wenn wir dem Gefühl des Schmerzes und der Scham über diese Vorgänge Ausdruck geben, wenn wir keineswegs versuchen über die nur zu deutlich darin sich anzeigenden Gefahren nach der eigenen Zukunft uns hinwegzutäuschen, so geziemt es uns auch darauf hinzuweisen, dass das Unheil, mit dem die Staaten der Gegenwart alle ringen, weder zufällig ist noch unüberwindlich. Wie der Mensch das Wachsen des Körpers empfindet und darunter leidet, so empfinden die Völker das Wachsen der Civilisation in all seiner Nothwendigkeit, in all seiner Hoffnungsfülle, aber auch in allen seinen Schmerzen und seinen Gefahren. Nie hat unsere Nation grösser sich entfaltet, höher sich geschwungen, als in der von den heute Erwachsenen mit Bewusstsein durchlebten Epoche. Aber nie auch hat sie so tief gelitten, wie dies heute der Fall ist. Die wüste Roheit des Pöbels, die grauenvolle Ansteckungskraft der Nichtswürdigkeit, die sinnverwirrende Macht der tönenden Phrase, die gewissenlose Ausnutzung und Steigerung der Volksleidenschaften, die staatsmännische Staatszerrüttung und das neue Evangelium der heilbringenden Staatszerstörung schwellen nach allen Seiten gewaltig empor. Aber nicht minder gewaltig, dessen dürfen wir uns getrösten, wachsen auch denen die Schwingen, die berufen und vermögend sind die Civilisation zu wahren, die Schwingen der Verachtung und die Schwingen der Tapferkeit. Wohl ist, je höher unser Gemeinwesen sich hebt, die Gefahr ihrer Stellung eben für die Höchststehenden in stetigem Steigen. Aber mit dem Steigen der Gefahr, mit dem Steigen der Verpflichtung steigt ihnen auch die Ehre, und, wir hoffen es, auch die Kraft. Wir wissen, dass zur Zeit Stürme wehen; aber wir wissen auch, wer uns führt. Wir erinnern uns der Vergangenheit

und wir vertrauen der Zukunft. Wir sehen die Feinde und wir verachten sie nicht. Es giebt religiöse, sittliche, wirthschaftliche Bewegungen, welche in ihre Consequenzen durchgeführt das gegenwärtige Gemeinwesen sicher zerstören und wahrscheinlich ein sehr viel niederes und schlechteres an dessen Stelle setzen würden; hier ringt Idee gegen Idee, und, falls der böse Engel den guten besiegt, erweitern sich die Provinzen der Hölle. Aber die grösste Gefahr für die Civilisation liegt keineswegs da, wo die Schandthat am tiefsten empört. Das gedankenlose Verbrechen vermag wohl des mächtigen Baumes Wipfel zu versehren, an der Wurzel zehrt es nicht. Die Signatur jener Missethaten heisst mit Recht das Nichts; grosse politische Folgen würden sie erst dann haben, wenn die, die es angeht, den Kopf verlieren. Weder bei den Hohenzollern im besondern noch bei den Deutschen überhaupt hat es damit Gefahr. Diese Feinde sind besiegt, wenn dieselbe Kaltblütigkeit, mit der der rechte Soldat der feindlichen Kugel gegenübertritt, auch der Mordwaffe entgegengesetzt wird; staatszerrüttend wirken diese Verbrechen erst dann, wenn ihnen eine andere Bedeutung beigelegt und eine andere Behandlung zu Theil wird wie allen anderen; wenn der Frevel und die Furcht für das grosse staatsmännische Schaffen bestimmend werden, sei es im Thun, sei es im Unterlassen. Wohl wird damit viel verlangt von den Fürsten wie von den Bürgern. Es ist ein schwer zu ertragender Gedanke, dass dasjenige Leben, auf dessen Dauer der Staat vor allem angewiesen ist, eben darum den Angriffen der politischen Herostrate vor andern ausgesetzt und im Ganzen genommen nicht viel besser gesichert ist, als das jedes gewöhnlichen Bürgers. Aber auch die Verlustlisten unserer Armee zeigen, dass der Offizier mehr als der Gemeine den feindlichen Geschossen ausgesetzt ist; und dennoch oder vielmehr darum heftet der Sieg sich an unsere Fahnen. Auch diese Frevel werden brechen an der kühlen Entschlossenheit, mit der die staatliche Ordnung in ihrer unerschütterlichen Sicherheit der nichtswürdigsten Einzelthat entgegentritt.

Wir feiern den Geburtstag des Herrschers immer als ein ernstes Fest. An dem heutigen Tage ist es ernster noch als sonst, gemischt mit schwerer Trauer; in unser Freudenfest hinein läuten die Glocken der Todtenfeier, welche in der fernen Hauptstadt des Ostens in eben diesen Tagen sich vollzieht. Aber wir gedenken des tiefen Wortes unseres Dichters:

Alles geben die Götter, die unendlichen,
ihren Lieblingen ganz,
alle Freuden, die unendlichen,
alle Leiden ganz.

und wie in jedem Jahre, so sprechen wir auch in diesem, und in diesem noch bewegter, noch inniger, noch herzlicher, das Wort aus, welches diesem Tage vor allem gehört: „Gott schütze den Kaiser!“

Hr. Curtius erstattete alsdann folgenden Bericht:

Gemäss den Statuten der Akademie ist an dem heutigen Tage noch schliesslich Bericht zu erstatten über die Förderung der grösseren wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie während des abgelaufenen Jahres.

Von den Attischen Inschriften ist der Druck der 2. Abtheilung des dritten Bandes so weit gefördert worden, dass seiner Beendigung in den nächsten Monaten entgegengesehen werden kann. Auch der Druck der 2. Abtheilung des zweiten Bandes, welcher durch ungünstige Verhältnisse und die zeitraubende Neuvergleichung der Originale der Seeurkunden aufgehalten und unterbrochen worden war, hat in den letzten Tagen wieder aufgenommen werden können. Der Druck der Sammlung der Inscriptiones antiquissimae hat gegen Ende des verflossenen Jahres begonnen und ist so weit vorgeschritten, dass die Ausgabe dieses Bandes in den letzten Monaten des laufenden Jahres mit Sicherheit erwartet werden darf.

Von dem lateinischen Inschriftenwerk ist der Druck auch in diesem Jahr unausgesetzt fortgeführt worden, trotzdem eine unerwartet über dasselbe hereinbrechende Calamität einen Theil der dafür gesammelten Materialien zerstört oder beschädigt hat. Der africanische Band ist bis auf einen kleinen Rest der Einleitung ausgedruckt. Die beiden unteritalischen Bände sind ebenfalls insoweit ausgedruckt, dass von den Inschriften selbst nur noch ein Theil der sardinischen und der picenischen fehlen, so wie die Nachträge, die Indices und die Einleitungen. Der zweite Band der stadtrömischen Inschriften nähert sich dem Abschluss. Der

Druck des mittelitalischen Bandes ist nach mehrjähriger Unterbrechung wieder aufgenommen worden. Von dem, welcher das narbonensische Gallien umfassen wird, hat der Druck begonnen. Obwohl die Nachwirkung jenes nicht unersetzlichen, aber für den Ersatz viel Zeit und Mühe in Anspruch nehmenden Verlustes sich noch auf längere Zeit hinaus fühlbar machen und namentlich den Abschluss der beiden unteritalischen Bände wohl noch um ein Jahr verzögern wird, darf dennoch die Realisirung des Unternehmens in seiner ganzen Ausdehnung für eine absehbare Frist in sichere Aussicht gestellt werden.

Für die lateinische Paläographie des Hrn. Hübner sind, trotz der durch den Tod des hauptsächlich dafür thätigen Zeichners herbeigeführten Störung, die im Ganzen erforderlichen 1300 Zeichnungen entweder fertig gestellt oder in Arbeit gegeben. Mit der Zinkotypirung wird demnächst begonnen werden.

Die Arbeiten an der Herausgabe der griechischen Commentare zu Aristoteles sind im verflossenen Jahr so weit gefördert worden, dass mit dem Druck eines derselben begonnen werden konnte. Von den zwei Bänden, welche den wichtigen Commentar des Simplicius zu Aristoteles' Physik enthalten werden, ist der erste zur grösseren Hälfte gedruckt, und wir sehen seinem Erscheinen im Laufe dieses Jahrs entgegen. Simplicius' Erklärung der Bücher von der Seele wird in der nächsten Zeit unter die Presse kommen; auch der Druck von Alexanders Commentar zur ersten Analytik wird voraussichtlich bald in Angriff genommen werden können.

Die Arbeiten des kais. deutschen archäologischen Instituts wurden auch im letzten Jahre sowohl von Berlin, als von Rom und Athen aus betrieben. Das römische und athenische Secretariat förderten ihre Aufgaben der Erkundung und Verarbeitung namentlich neuer Funde sowohl in Rom und Athen selbst, als durch Reisen von da aus. Von dem Einzelnen geben die periodischen Schriften, die Monumenti, Annali und das Bullettino, sowie die athenischen Mittheilungen Nachricht.

Die Centraldirection hielt andauernd ihr Hauptaugenmerk darauf gerichtet durch möglichst vollständige, kritisch gesichtete und nach Klassen gesonderte Sammlungen der Werke antiker Kunst den archäologischen Studien immer zuverlässigere Grundlagen zu schaffen.

In diesem Sinn wurde an den Serien der Sarkophage, Terrakotten, etruskischen Urnen und Spiegel fortgearbeitet; herausgegeben wurde der 1. Band der Terrakotten, bearbeitet von Hrn. von Rohden. Im Zusammenhange mit diesen Serienunternehmungen steht das litterarische Repertorium der Archäologie, welches Hr. Benndorf in diesem Jahre noch fortführte, stehen ferner die Katalogisirungsarbeiten, welche die Centraldirection unterstützt. Von letzteren erschien der Katalog der Antikensammlung Ludovisi von Hrn. Schreiber. Auch die Herstellung der Karten von Attika schritt unter Leitung des Hrn. Curtius fort, theils hier, theils mit Unterstützung des Generalstabs an Ort und Stelle. Die archäologische Zeitung erschien regelmässig.

Nach testamentarischer Bestimmung liegt dem Institute ob die Publication der Darstellungen aus der heil. Geschichte von Alexander Iwanoff; hiervon wird das 3. Heft bald ausgegeben werden.

Der langjährige Vorsitzende der Commission, Hr. Lepsius, hat sich leider aus Gesundheitsrücksichten genöthigt gesehen aus der Commission auszutreten; an seine Stelle wurde von der Akademie Hr. Kiepert in dieselbe gewählt. Die Neuwahl des Vorsitzenden liegt der nächsten Generalversammlung ob. Durch den Tod verlor das Institut und zunächst das röm. Secretariat, dem er sich treu angeschlossen hatte, Hrn. Klügmann.

Die Stipendien für 1880/81 erhielten die HHrn. Dessau, Lange, Luckenbach, Maass, das christliche Hr. Pohl.

Die Veröffentlichung der „politischen Correspondenz Friedrichs des Grossen“ ist im Laufe des vergangenen Jahres bis zum sechsten Bande gelangt. Von den im Jahre 1880 ausgegebenen Bänden umfasst der vierte die Documente der auswärtigen Politik des ereignissreichen Jahres 1745, der fünfte die Verhandlungen der beiden dem Dresdener Frieden folgenden Jahre 1746 und 1747. Der gegenwärtig im Druck befindliche sechste Band bringt die Urkunden der Unterhandlungen zu Aachen aus dem Jahre 1748 und neben den

Actenstücken dieses Jahres einen Theil der insbesondere die nc dischen Verhältnisse angehenden Correspondenz des Jahres 1749.

Für die Fortführung der Publication der „Staatsschriften a der Regierungszeit König Friedrich II.“, welche die Aufgabe h sowohl die amtlichen Darlegungen, Begründungen und Rechtfer gungen der entscheidenden Wendungen der preussischen Politik a die aus dem Cabinet des Königs hervorgegangenen Kundgebung zur Orientirung der öffentlichen Meinung in authentischen Text mit den erforderlichen Erläuterungen vorzulegen, sind die Arbeiten weit gediehen, dass sich dem ersten bis zum Jahre 1745 reiche den Bande der zweite, der die betreffenden Schriftstücke bis zu Beginn des siebenjährigen Krieges umfasst, im Laufe dieses Jahr anschliessen wird.

31. März. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Virchow las über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen.

Hr. Beyrich legte eine Mittheilung des Hrn. Dr. H. Bücking in Berlin vor:

Vorläufiger Bericht über die geologische Untersuchung von Olympia.

Die Aufgabe, welche die Königl. Akademie der Wissenschaften bezüglich der geologischen Durchforschung der Gegend von Olympia gestellt hatte, war eine dreifache. Es galt einmal die geognostischen Verhältnisse näher zu untersuchen und womöglich unter Benutzung der von Hrn. Kaupert angefertigten topographischen Aufnahme der Umgegend von Olympia eine geologische Karte zu schaffen; es sollten ferner die in historischer Zeit eingetretenen Veränderungen des Bodens von Olympia, insbesondere die Ursachen der Verschüttung beleuchtet, und endlich drittens das zu den Kunst- und Bauwerken verwandte Gesteinsmaterial geologisch und mineralogisch bestimmt werden.

Die gestellte Aufgabe konnte während eines zweimonatlichen Aufenthaltes, der durch prachtvolles Wetter besonders begünstigt war, gelöst werden. Trotzdem aber ist es zur Zeit noch nicht möglich, einen umfassenden Bericht über die erlangten Resultate zu geben, da die als Beleg für die Untersuchung gesammelten Gesteine und Petrefacten noch nicht hier eingetroffen sind und daher noch keiner genaueren Bearbeitung haben unterzogen werden können. Für die Hauptresultate der geologischen Aufnahme lassen sich in ihren allgemeinen Zügen angeben, und dies zu thun, ist der Zweck der folgenden Zeilen.

Olympia liegt auf dem rechten Ufer des Alpheios, der in seinem weiten Thal mit starkem Gefälle in westlicher Richtung dem Meere zueilt, am Fusse des steil ansteigenden Kronoshügels. Dicht unterhalb Olympia mündet von Norden her der Kladeos, ein kleiner, rasch fliessender Bach, der drei Stunden entfernt am Fusse

des Plateaus von Lala entspringt. Nur eng ist das Thal des Kladeos im Vergleich zu der weiten, fast 2 Kilometer breiten Ebene des Alpheios, und doch breit im Verhältniss zu der Wassermenge, die es gewöhnlich durchströmt. Weinpflanzungen, Mais- und Kornfelder umsäumen im Thal den Bach, der in einem tiefen, von steilen Uferwänden eingeschlossenen Bette dahinfliesst, oft verborgen hinter dichtem Gebüsch üppiger Platanen. Rechts und links von der Kladeosebene erheben sich, anfangs sanft, dann immer steiler ansteigend, zahlreiche, schwach bewaldete Anhöhen, Ausläufer der Bergzüge, die sich von dem Plateau von Lala her bis zum Alpheios erstrecken, die Wasserscheide bildend zwischen dem Kladeos und den benachbarten kleineren Nebenflüssen des Alpheios. Der Gebirgszug zur Rechten des Kladeos, ziemlich schmal an der neuen Strasse, die ½ Stunde nordwestlich von Olympia ihn überschreitet, verbreitert sich weiter südlich nahe der Alpheiosebene, und erreicht hier zugleich eine grössere Höhe (170 Meter über dem Meer). An dieser Stelle liegt oberhalb Olympia, nur etwa 20 Minuten vom Zeustempel entfernt, das Dorf Druwa mit dem Deutschen Haus. Steil senkt sich der Bergabhang von Druwa nach Süden hinab in die Alpheiosebene. Ein Gleiches gilt auch von den Höhen gegenüber von Druwa, auf der linken Seite des Kladeos, wo zunächst der Kronoshügel als äusserster, durch einen tiefen Sattel vom Hauptzug getrennter Ausläufer, durch seine imposante, die Umgebung beherrschende Gestalt in die Augen fällt. Aber auch auf dem linken Ufer des Alpheios erhebt sich das bewaldete Gebirge steil aus der Ebene empor; schon nach kurzer Entfernung vom Flussthal erreicht es Höhen von 250 Meter über der Thalsohle (290 Meter über dem Meer). Vermittelt wird der Übergang vom Hauptthal zu den Anhöhen nur durch die tiefen Thäler und Schluchten, die, vielfach verzweigt und gewunden, allmählich zu den Pässen hin ansteigen.

Die in der Umgebung von Olympia zur Entwicklung gelangten Ablagerungen gehören vorwiegend dem Tertiär und Alluvium an; Diluvialbildungen sind nur in geringer Ausdehnung vorhanden. Aus tertiären Schichten bestehen die Höhenzüge, welche das Kladeosthal einschliessen, ebenso wie die Berge, welche den Alpheios in seinem Laufe durch die Pisatische Landschaft begleiten. Kiesablagerungen längs des Alpheiosthales, in verschiedenen Höhen

über der jetzigen Thalsohle, geben Aufschluss über den Lauf der Gewässer in der diluvialen Zeit; Alluvialbildungen erfüllen die Thäler.

An der Basis des Tertiärs liegen bei Olympia ziemlich mächtig entwickelte Conglomerate, Geschiebe von Kreidegesteinen, wie sie noch heute der Alpheios mit aus Arkadien bringt (nämlich schwarze und graue Kalke, graue Sandsteine und namentlich rothe, grünliche und schwarze Hornsteine), fest verkittet durch ein kalkiges Cäment. Die Conglomerate treten auf der Höhe von Druwa sattelförmig hervor und fallen von hier nach S. und N. ziemlich steil ein. In ihren oberen Lagen wechsellagern sie mehrfach mit Schichten von gelblichem kalkhaltigem Sand und bläulich-grauem Mergel. Es vollzieht sich auf diese Weise ein allmählicher Übergang in reine Sand- und Mergel-Ablagerungen, wie sie insbesondere östlich vom Kladeos, am Kronoshügel und weiter, nördlich zu Tage treten. Ihre Mächtigkeit ist ziemlich beträchtlich. Dabei sind sie ausgezeichnet durch ihren Reichthum an Petrefacten. In dem Sande herrschen *Ostrea eduliformis* L., *Pecten opercularis* Lmk. und eine *Spondylus*-art vor; besonders die Austern sind oft sehr gehäuft in gewissen Zonen, die man als eigentliche Austerbänke ansehen kann. In dem Mergel finden sich ausser den genannten auch noch andere Petrefacten; am häufigsten in ihm sind *Cardium edule* L. und *Cerithium tricinctum* Brocchi; auch *Cytherea multilamella* Lmk., *Natica millepunctata* Lmk., *Turritella tricarinata* Bronn und ein *Dentalium* sind nicht selten. Weniger zahlreich findet man *Pecten varius* L., *Pectunculus pilosus* Lmk., *Arca diluvii* L. und *A. Noae* L., *Cardium papillosum* Poli. und *C. echinatum* L., *Chama gryphoides* L., *Cytherea chione* L., *Psammosolen coarctatus* Gmel., *Murex trunculus* L., *Chenopus pes pelicani* L., *Nassa semistriata* Brocchi, *Trochus patulus* Bronn und *Cerithium vulgatum* Brug.; zuweilen tritt auch *Melanopsis costata* Ol. in grosser Menge auf. Diese Fauna weist darauf hin, dass die Tertiärbildungen ein sehr jugendliches Alter besitzen, dass sie zum Pliocaen gehören.

Besonders erwähnenswerth sind noch die Einlagerungen von festeren Sand- und Kalkstein-Bänken in den lockeren Tertiärschichten, die, zwar nur ½ bis 2 Meter mächtig, doch gleichsam ein festes Gerüste bilden, das die zwischengelagerten lockeren Massen vor allzu rascher Erosion schützt und so von wesentlichem Einfluss auf die Reliefform der Gegend ist. Die Sandsteinbänke sind durch

ein kalkiges Bindemittel verfestigte Sande, oft reich an Austern und entsprechen alsdann in der That eigentlichen Austerbänken. Sie treten bald als langgestreckte, gratförmige Erhöhungen mauerartig aus dem lockeren Sande hervor, bald erscheinen sie in grossen, wohl auch isolirt auftretenden, pittoresken Felsmassen, durch Erosion des sie früher umhüllenden Sandes blossgelegt. Durch ihre Form nicht so scharf gekennzeichnet sind die kalkigen Bänke, dafür aber um so reicher an Petrefacten, besonders an Cardien und Cerithien. Man kann sie aus letzterem Grunde auch wohl als Muschelbänke bezeichnen. Die Alten, welche den leicht zu bearbeitenden, in grossen Werkstücken immerhin festen und dauerhaften Stein vorzugsweise als Baumaterial in Olympia zur Verwendung brachten, nannten ihn Poros. Für die nur aus Steinkernen bestehenden, porösen Varietäten passt dieser Namen auch sehr gut, weniger aber für die dichteren Gesteine, in denen die Muschelschalen sich noch vollständig erhalten haben.

Muldenförmig den marinen Sand und Mergel bedeckend, an einigen Stellen auch gleichförmig zwischengelagert, werden tertiäre Süsswasserbildungen beobachtet, doch nur in verhältnissmässig geringer Ausdehnung. Sie bestehen aus hellgrauem Mergel und grau- bis gelblich-weissem, weichem Kalke. Der letztere führt ziemlich häufig *Planorbis*- und *Melanopsis*arten; auch Pflanzenreste sind zuweilen nicht selten. Als Baustein wurde in Olympia der Süsswasserkalk mehrfach verwandt; jetzt gewinnt man ihn hauptsächlich zum Kalkbrennen.

An mehreren Stellen schliessen die Süsswasserbildungen Braunkohlenflötze ein. Dass letztere auch selbständig, ohne erstere, in den marinen Ablagerungen auftreten, wurde an zwei Stellen beobachtet. Die eine liegt nahe bei Olympia, nördlich von der Kladeosmündung; ein besonders mächtiges Braunkohlenflötz ist hier den marinen Sanden gleichförmig eingelagert.

Den marinen Sand und Mergel bedeckt an dem Ursprung des Kladeos eine mächtige Ablagerung von Conglomeraten, die petrographisch den unteren Conglomeraten vollkommen gleichen. Sie erstrecken sich nach N. hin über das Plateau von Lala und bilden auch noch den Untergrund des Pholoë-Waldes, in welchem sie eine Höhe von 800 Meter über dem Meeresspiegel erreichen.

Die Hauptmasse des Tertiärs, die Ablagerung des marinen Sandes und Mergels, ist, wie die in ihr eingeschlossenen Petrefacten

weisen, in rein salzigem Wasser zur Bildung gelangt, zu einer
it, als vom Peloponnes nur die höchsten Berge als eine buchten-
che Insel aus dem Meere emporragten. Ab und zu aber scheint
ne Hebung und Senkung des Meeresbodens, auf welchem die
chichten sich ablagerten, stattgefunden zu haben, in der Weise,
ss in gewissen, periodisch wiederkehrenden Zeiträumen durch die
n den Bergen Arkadiens herabströmenden Gewässer eine Aus-
ssung des Meeresbeckens stattfand, und alsdann brakische Bil-
ngen entstanden, oder gar Ablagerungen, die durch die Führung
lreicher, von den Flüssen eingeschwemmter Süsswasserschnecken
h den Süsswasserbildungen nähern.

Nach erfolgter Ablagerung begann eine beträchtliche Hebung
Landes; die auf dem Boden des Meerbusens abgelagerten Se-
ente stiegen bis zur Höhe des Pholoëwaldes (800^{m}) und die
dungen der Flüsse, die von den Bergen herab dem Meere zu-
mten, schoben sich weiter hinaus und gruben ihr Bett immer
er und tiefer in die Mergel- und Sandmassen ein, diese selbst
n Theil als Schlamm dem Meere wieder zuführend. So ent-
den ganz allmählich die tieferen Thäler des Alpheios und sei-
Nebenflüsse, Erosionsthäler im wahren Sinne des Wortes.

Wie anderwärts, so schritt auch hier die Erosion nicht zu
n Zeiten und aller Orten mit gleicher Intensität fort. An der
n Stelle spülte das Wasser die früher gebildeten Sedimente weg,
dafür setzte an anderen, später nicht wieder berührten Stellen
Fluss seine Geschiebe ab, in ihnen gleichsam eine Marke hinter-
end aus der Zeit, als das Thal noch nicht bis zu seiner jetzigen
e ausgehöhlt war. Geschiebeablagerungen, in ihrem petrogra-
chen Charakter in keinerlei Weise abweichend von den tertiären
glomeraten, aber nur angelehnt an die tertiären Schichten, aus
n sich die Berge aufbauen, finden sich in verschiedenen Höhen
r der Thalsohle, zu beiden Seiten des jetzigen Alpheioslaufes.
e solche Ablagerung liegt auf den Höhen von Miraka, $\frac{1}{2}$ Stunde
lich von Olympia, etwa 80 Meter über der jetzigen Thalsohle.
ist wohl als die älteste Diluvialbildung in der Umgegend
Olympia zu betrachten. In geringerer Höhe (und daher weit
ger), wiederholen sich dann ähnliche diluviale Gebilde, nament-
h auf der südlichen, linken Thalwand des Alpheios.

Die alluvialen Anschwemmungen, welche den ebenen Thal-
den einnehmen, bestehen aus Kies-, Sand- und Lehm-Ablagerungen.

So weit dieselben im gegenwärtigen Überschwemmungsgebiet liegen, schreitet ihre Bildung noch immer fort, derart, dass die nur vom Hochwasser erreichten Gebiete lediglich Sand- und Lehmbedeckungen erhalten, die Kiesablagerungen aber sich auf das eigentliche Flussbett beschränken. Ebenfalls noch in fortschreitender Bildung begriffen sind die Schuttmassen, welche an der Ausmündung von kleinen Nebenthälern und Schluchten als flachkegelförmige Anhäufungen in die Thalebene sich vorschieben; sie haben bei dem lockeren Material, aus dem die Berge rings um Olympia bestehen, eine ganz besondere Grösse und Bedeutung.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass zur Zeit, als die Alten am Fuss des Kronoshügels den Göttern zu opfern begannen, die Bodengestaltung der Umgebung von Olympia nahezu dieselbe war als heute. Nur besass das Gebiet, auf dem sich später Olympia ausbreitete, vom Fusse des Kronoshügels bis zum Alpheios hin eine ganz allmähliche sanfte Neigung. Der Alpheios aber floss wohl an 2—300 Meter weiter südlich, doch in nahezu derselben Höhe als jetzt (30 Meter über dem Meer). Eine Steilwand von 8 Meter Höhe, wie sie jetzt auf beiden Seiten der Kladeosmündung das Alpheiosbett begrenzt, existirte damals noch nicht. Die alte Oberfläche lag tiefer als die jetzige, durchschnittlich um 4—5 Meter, dabei aber immer noch an 2—4 Meter über dem Spiegel des Kladeos.

Bei starkem Hochwasser bespülten wohl des Alpheios Fluthen den südlichen Theil Olympias, etwa bis zur Südhalle und zum Oktogon, soweit nicht ein künstlicher Damm, wie ein solcher längs des östlich gelegenen Hippodroms aufgeführt war, die geweihte Stätte vor Wassersgefahr beschützte. Die Südhalle selbst und die Gegend nördlich vom Oktogon wurden sicherlich niemals vom Alpheios bedroht, selbst nicht wenn ein plötzlicher Durchbruch des Pheneossees stattfand, von dem die Alten mehrmals berichten. Freilich sind es beträchtliche Wassermengen, die der See von Zeit zu Zeit auf geräumigen unterirdischen Klüften dem Ladon und durch diesen dem Alpheios zuführt. Aber wohl niemals steigt das Wasser in der Ebene von Olympia bei dem starken Gefälle des Stromes und der grossen Breite des Thales höher als 4 Meter; dauern doch die Überschwemmungen oft Monate lang, ehe der See sein tiefstes Niveau wieder erreicht.

Der Kladeos schwoll niemals so mächtig an, dass er durch seine Wassermenge allein, ohne äussere Einflüsse, eine Überschwemmung des Gebietes hätte verursachen können. Nur hin und wieder mögen an den steilen, immerhin 3—4 Meter hohen, an manchen Stellen noch höheren Uferwänden Erdmassen sich losgelöst haben und so die Veranlassung gewesen sein, dass der Fluss sich seitwärts ein neues Bett grub, dass sein Lauf öfter hin und her schwankte. Um ihn zu reguliren, bauten die Alten eine Futtermauer, deren Reste jetzt noch sichtbar sind, und leiteten ihn westlich von dieser entlang. Am nördlichen Ende der Mauer, wo durch zungenförmig in das Thal vorspringende Anhöhen, gebildet aus tertiärem Sand und Mergel, das Thal sich verengt, mag vielleicht noch eine Schutzwehr, quer gegen die erste gerichtet, bestanden haben; jedenfalls waren hier Einrichtungen getroffen, den Kladeos zu stauen und sein Wasser zum Theil den Leitungen zuzuführen, die Olympia mit Wasser versorgten.

In antiker Zeit änderte sich in Olympia die Bodengestalt nicht beträchtlich. Erst in römischer Zeit, als vielfach Neubauten vorgenommen, alte Gebäude beseitigt und andere verändert wurden, bildete sich eine ansehnliche Schicht von Bauschutt, vermischt mit Humus und mit Sand- und Mergelmassen, die bei Regengüssen vom Kronoshügel herabgeschwemmt wurden. Als Theodosius die Olympischen Spiele verbot (394 n. Chr.), betrug diese Schicht an den meisten Stellen schon mehr als 1 Meter. Bald nachher folgte die Plünderung Olympias durch Alarichs Horden, dann kam die Zeit, in der die Byzantiner hinter dem befestigten Zeustempel vor erneuten Einfällen Schutz suchten, und endlich trat das Ereigniss ein, welches das alte Olympia gänzlich zerstörte und auch die Byzantiner zwang, den Ort zu verlassen: die Erdbeben in der Mitte des 6ten Jahrhunderts. Der Zeustempel und viele andere Gebäude stürzten zusammen; gewaltige Erdmassen lösten sich vom Kronoshügel los und verschütteten einen Theil der Schatzhäuser und das Heraion und breiteten sich bis zum Zeustempel hin aus. Hier bedeckten sie, etwa 30^{cm} mächtig, noch manches in den Schutt gesunkene Kunstwerk und schützten es so vor der zerstörenden Hand der späteren Bewohner Olympias.

Wohl zu gleicher Zeit trat auch der Kladeos am nördlichen Ende der Futtermauer aus seinem Ufer, vielleicht gestaut durch einen Erdsturz, der sein Bett erfüllte. Er ergoss sich über den

westlichen Theil Olympias, wo eine 30—50^{cm} mächt
lagerung über der älteren humusreichen Schuttschicht die
dieser Überschwemmung bezeichnet.

Ob der Kladeos von selbst wieder sein früheres Be
oder die Hindernisse, die ihn gestaut hatten, von M
hinweggeräumt wurden, lässt sich nicht entscheiden.
sich durch die Ausgrabungen als sicher herausgestellt,
am Schlusse des 6ten Jahrhunderts über jener Sandabl
Kladeos ebenso, wie östlich vom Zeustempel, Ansiede
ausbreiteten, und zwar von armen, Weinbau treibende
die in dürftigen Hütten ihr Leben fristeten, slavische
Nur verhältnissmässig kurze Zeit bewohnten sie die Stät
Olympia, und doch sehr beträchtlich ist die Schuttschich
Zeit entspricht, ein Zeichen, dass die Bewohner rüstig
beiteten an der Zerstörung der ihnen noch zugänglic
Olympias.

Zu Ende des 7ten Jahrhunderts waren beide Dör
verlassen. Wahrscheinlich begannen um jene Zeit die Üb
mungen des Kladeos; möglich, dass sie den Anlass g
Dörfer zu räumen. Der Kladeos trat abermals aus sein
wohl aus gleicher Ursache wie früher, und auch wieder am
Ende der alten Futtermauer, da, wo sein rechtes Ufer 16 M
fast senkrecht ansteigt. Er eilte unaufhaltsam nach dem P
hin, nahm dann seinen Lauf zwischen Zeustempel und Her
durch in südöstlicher Richtung, dem alten Stadionwall ent
sich etwa 2—300 Meter südlich von dem Oktogon in den
zu ergiessen. Langgestreckte Kiesmassen, deren Querschnit
halbkreisförmig, ein deutliches Bild von der Breite und d
des Flusses geben, bezeichnen diesen Lauf. Bei dem ni
Bett des Flusses fanden häufig Überschwemmungen statt un
teten Sand- und Lehmablagerungen in mannigfachem Wechsel
das Tempelfeld aus. Der Fluss selbst änderte oft seinen
Auf Grund der durch die Ausgrabungen erlangten Aufschlüsse l
sich heute noch vier verschiedenalterige Flussläufe erkennen
sind auf der beiliegenden Karte[1]) angedeutet. Alle diese Wa
läufe, kenntlich an den langgestreckten Geschiebemassen, zeigen

[1]) Die Zahlen auf der Karte bezeichnen die Höhen über dem Meer
Meter. Die Horizontalen umgrenzen Terrainstufen von 10 Meter Höhe.

deutliches Gefälle nach dem Alpheios hin, der beste Beweis, dass es der Kladeos ist, dessen Gewässer sich über das Tempelfeld ergossen und die Verschüttung desselben herbeiführten. Zuweilen mögen auch vom Kronoshügel abgerutschte Erdmassen sich an der Verschüttung betheiligt haben. Solche füllten jedenfalls das tief gelegene Stadion aus und ebneten das Terrain am Fuss des Kronoshügels.

Während so durch die Überschwemmungen des Kladeos und die Bedeckung mit den vom Kronoshügel abgeschwemmten Erdmassen der Boden Olympias sich allmählich um 2 — 4 Meter, bis zu seiner jetzigen Oberfläche, erhöhte, arbeitete im Süden von Olympia eine andere Kraft zerstörend an dem Werke des Kladeos. Der Alpheios durchbrach bei einer starken Überschwemmung den Wall, welcher in alter Zeit das Hippodrom nach Süden hin gegen Überschwemmungen schützen sollte, und seine Fluthen drangen ohne Widerstand durch das breite Hippodrom bis zum Oktogon, das als kräftiger Pfeiler dem Anprall trotzte und den Strom zu einem mehr südwestlichen Laufe zwang. Allenthalben an der Nordseite spülten die Fluthen das Erdreich fort und erzeugten so die steile Uferwand, die an manchen Stellen 8 Meter hoch zu dem Alpheios abfällt. Aber nicht nur die Ablagerungen, mit denen der Kladeos das Gebiet südlich vom Oktogon bedeckt hatte, wurden vom Alpheios hinweggespült, sondern mit ihnen zugleich auch noch das unterliegende Terrain, zum Theil bis 2 Meter unter der antiken Oberfläche (vgl. das Profil auf der anliegenden Tafel [1]). Alle in den weggespülten Schuttmassen vergrabenen Denkmäler gelangten dadurch in das Bett des Alpheios, und so erklären sich denn auch die Funde, insbesondere von Bronzen, die von Zeit zu Zeit im Alpheios selbst gemacht sind.

Demnach ist es nicht, wie man seither oft anzunehmen geneigt war, der Alpheios gewesen, der durch seine Überschwemmungen die nach der Plünderung durch die Slaven noch übrig gebliebenen Denkmäler Olympias uns erhielt, sondern dieses Verdienst gebührt allein dem Kladeos und dem Kronoshügel, die mit ihren Schuttmassen Olympia bedeckten.

---

[1]) Die Zahlen in demselben bedeuten die Höhen in Meter, bezogen auf das Stylobat des Zeustempels. Die Höhen über dem Meere erhält man durch Addition von 43.5 Meter.

Auf die Resultate, welche bezüglich der geologischen und mineralogischen Bestimmung des zu den Kunst- und Bauwerken Olympias verwandten Gesteinsmaterials erlangt wurden, soll in diesem vorläufigen Berichte nicht näher eingegangen werden. Schon oben ist darauf aufmerksam gemacht worden, dass eine grosse Menge des Baumaterials der nächsten Umgebung Olympias entnommen wurde, so namentlich die Poros genannten Gesteine und die tertiären Süsswasserkalke. Es soll hier nur noch hinzugefügt werden, dass auch die unteren Conglomerate und die festeren Sandsteinbänke des Tertiärs Baumaterial geliefert haben; und dass ausser diesen namentlich graue, weisse und schwarze Kreidekalke von mehreren Punkten des Peloponnes, sowie verschiedene, den krystallinischen Schiefern entstammende Marmorarten, von Sparta, von Paros, vom Pentelikon, vom Hymettos, von Euboea und anderen Orten, zu einer ausgedehnten Verwendung gelangt sind.

Hr. Weierstrafs legte den soeben erschienenen ersten Band der gesammelten mathematischen Werke Jacobi's, herausgegeben von C. W. Borchardt, vor.

Derselbe theilte mit, dass er die Herausgabe der ferneren Bände übernommen habe, und dass der zweite Band bereits unter der Presse sei.

Hr. Lepsius las:

Über die Wiedereröffnung zweier Ägyptischer Pyramiden nach Mittheilungen von Prof. Brugsch.

Unser Correspondent, Hr. Prof. Brugsch, hat mir zwei Berichte über eine neueste interessante Ausgrabung in Oberägypten zugehen lassen und wünscht, dass ich der Akademie eine Mittheilung darüber mache.

Der vor Kurzem verstorbene verdienstvolle Director des Museums in Bulaq, Auguste Mariette, hatte kurz vor seinem Tode noch die Freude zu vernehmen, dafs seine auf dem Pyramidenfelde von Saqqara mit der Öffnung zweier kleineren Pyramiden beauftragten Arbeiter ihr Werk vollendet und die inneren Räume zugänglich gemacht hatten, deren Wände mit Inschriften bedeckt waren. Dieser letztere Umstand war ganz neu und unerwartet und veranlafste Mariette, sich an Brugsch zu wenden und ihn aufzufordern, diesen Fund näher zu untersuchen.

Es handelt sich um eine Gruppe von 3 Pyramiden, welche unmittelbar westlich vom Dorfe Saqqara liegen und auf dem Plane der Pyramidenfelder in den Denkmälern der Preufsischen Expedition als Nr. 36, 37 und 39 bezeichnet sind.

In der dem Dorfe nächsten Pyramide, zu welcher noch eine kleine Nebenpyramide (38) gehört, ist nichts Erwähnenswerthes gefunden worden.

Von den beiden anderen, welche wie alle Pyramiden, die wir kennen, schon einmal in früh-arabischer Zeit geöffnet gewesen, dann aber wieder verschüttet und zum grofsen Theil zerstört und abgetragen worden waren, wurde zuerst die Pyramide 39 untersucht. Der Eingangsschacht führte der allgemeinen Regel entsprechend, von Norden her schief absteigend zu einem zweiten horizontalen Gange, der, wie gleichfalls üblich, durch eine schwere granitene Fallthür verschlossen gewesen war. Ganz gegen die bisherige Erfahrung war es dagegen, dafs die Wände dieses Ganges und der beiden Kammern, zu denen er führte, hieroglyphische Inschriften trugen. Einige gröfsere zusammenhängende Theile derselben aus dem horizontalen Corridore sind von Brugsch nebst Übersetzung mitgetheilt und werden in der Ägyptischen Zeitschrift publicirt werden. Sie enthalten keine historischen, sondern Texte religiösen Inhalts. Die gröfste Wichtigkeit aber erhalten sie dadurch, dafs in ihnen die Namen des Königs, der die Pyramiden erbaut hat, vielmals erscheinen, zum Theil mit vollständiger Nomenclatur. Es ist der auch von andern Monumenten uns wohlbekannte König *Mer-en-rā* ein Sohn des Königs *Pepī* der VI. Dynastie. Wir kannten bisher nur ein Namensschild desselben; hier finden wir noch ein zweites damit verbunden, welches, mit zweifelhafter Aussprache des ersten Zeichens: *Ḥur-em-saf* von Brugsch gelesen wird. Hinter der ersten Kammer öffnete sich nach Westen eine zweite gröfsere, beide giebelförmig gedeckt, wie wir dies auch aus anderen Pyramiden kennen. In der zweiten Kammer befanden sich, in der Südwestecke, zwei Sarkophage aus rothem Granit, von denen der gröfsere sowohl auf dem Deckel als am oberen Rand auf allen vier Seiten der Steinkiste selbst, die Namen des Königs, mit Ausnahme seines ersten Schildnamens *Ḥur-em-saf*, enthielt.

Die Mumie des Königs war bei der jetzigen Eröffnung noch wohl erhalten und in eine feine Leinwand eingeschlagen in dem Sarkophage vorgefunden, nachdem sie aber schon bei der ersten

Eröffnung ausgewickelt und aller Schmuckgegenstände beraubt worden war. Sie ist jetzt nach Bulaq transportirt worden.

Der kleinere Sarkophag war der Untersuchung noch unzugänglich. Die Decke dieser Sarkophagkammer war schwarz mit weifsen Sternen gemalt. Die Inschriften waren vortrefflich in den weichen Kalkstein eingeschnitten und mit grüner Farbe ausgefüllt.

Hierauf wurde zur Untersuchung der Pyramide 36 geschritten. Die Anlage der inneren Räume war ganz dieselbe, wie in der vorigen; und wiederum waren die Wände mit Inschriften bedeckt in vortrefflichem Stile und mit grüner Farbe ausgefüllt.

Auch ihr Inhalt war von derselben Art, wie in den Inschriften des *Mer-en-rā*. Der Königsname aber, der hier überall wiederkehrte, war der des Königs *Merirā-Pepi*, des langlebigen Königs, der VI. Dynastie, welcher 95 Jahre regiert und hundert gelebt haben sollte, nicht nur nach den Berichten des Manethōs, sondern auch nach den Turiner Königsannalen, die in den ersten Dynastieen des Neuen Reichs abgefafst wurden. Bei einem späteren Besuch dieser Pyramide wurden auch die zersprengten Stücke des Sarkophags aus schwarz und weifsem Granit gefunden, welche die Namen des *Pepi* trugen. Doch war dieser Sarkophag von sehr mittelmäfsiger Arbeit und machte den Eindruck eines unvollendet gebliebenen Werkes. Spuren der Mumie wurden nicht gefunden. Die Inschriften der Westwand zeigen durch die am unteren Theile in Sarkophagsbreite leer gelassenen Räume, dass einst zwei Sarkophage hier standen oder stehen sollten, von denen aber der zweite nicht mehr nachzuweisen war, wenn nicht gewisse Stücke von weifsem Kalkstein bester Qualität, mit gewissen streifigen Ornamenten und Blätterwerk, davon herrührten, welche nach Brugsch allerdings auch zu einer Wandstele gehört haben könnten, die an der zerstörten östlichen Wand errichtet gewesen sein konnte.

In Bezug auf die erstere Vermuthung führt er die in Bulaq befindliche Stele eines Hofbeamten *Unạ* an, welcher nach dem in Brugsch's Geschichte Ägyptens (8, 95) besprochenen Inhalte vom König *Pepi* den Auftrag erhalten hatte, einen Sarkophag nebst Deckel aus den wohlbekannten Kalksteinbrüchen von Tura südlich von Cairo für die Pyramide des *Pepi* herbeizuschaffen.

Aufserdem macht er noch auf einige Eigenthümlichkeiten der Schrift, die sich ebenso in der Pyramide des *Mer-en-rā* finden, aufmerksam, nämlich auf gewisse Abkürzungen in der Zeichnung

der Hieroglyphen, wonach besonders bei der Darstellung menschlicher Figuren, diese nur durch Kopf und Arm angedeutet werden, das Übrige weggelassen wird. Auch tritt in diesen Texten die alphabetische Schreibung der einzelnen Wörter neben der ideographischen auffallend hervor.

Um die Grabkammer herum waren noch besondere Wände von behauenen Steinen aufgebaut, welche beschrieben und gemalt zum grössten Theile älteren für andere Zwecke errichteten und nach Brugsch damals schon verfallenen, also ältesten Gebäuden angehört hatten. Dann aber folgte nach aufsen unbehauenes, durch Mörtel verbundenes Baumaterial in Schichten errichtet und durch Schuttlagen unterbrochen, also ein sehr unsolider Bau.

Hr. Mommsen legte den neu erschienenen, die Gedichte des Fortunatus enthaltenden Band der auctores antiquissimi der Monumenta Germaniae historica vor.

Verzeichniss der im Monat März 1881 eingegangenen Schriften.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XVII. N. 3. 4. Halle a. S. 1881. 4.

Abhandlungen der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Bd. XXVI vom Jahre 1880. Göttingen 1880. 4.

Sitzungs-Berichte der philos., philolog. und histor. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. Jahrg. 1880. (Supplement-) Heft VI. 1881. Heft I. München 1881. 8.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. 1881. Heft II. München 1881. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 3. 4. Berlin 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. II. 1881. Heft III. Berlin 1881. 4.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. X. (1881) Heft 1. 2. Berlin 1881. 8.

Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald. Jahrg. XII. Berlin 1880. 8.

Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden. Jahrg. 1880. Dresden 1881. 8.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den Deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrg. 1880. Heft IX. X. Berlin 1881. 4.

Monumenta Germaniae historica. Auctorum antiquissimorum T. IV. P. I. Venanti Fortunati Opera poetica. Rec. et emend. Fr. Leo. Berolini 1881. 4.

Anzeiger für Kunde der Deutschen Vorzeit. Organ des Germanischen Museums. Neue Folge. Jahrg. 27. 1880. Nürnberg. 4.

26ter Jahresbericht des germanischen Nationalmuseums. Nürnberg 1. Januar 1880. 4.

Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes, herausgegeben von der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. VII. N. 2. Leipzig 1879. 8.

(E. Kuhn), *Wissenschaftlicher Jahresbericht über die Morgenländischen Studien im Jahre 1878.* 1. Hälfte. Leipzig 1881. 8.

Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Heft 22. Dec. 1880. Berlin-Yokohama 1880. 4.

C. G. J. Jacobi's Gesammelte Werke. 1. Band. Mit dem Bildnisse Jacobi's. *Herausgegeben von C. W. Borchardt.* Berlin 1881. 4.

Der deutsch-französische Krieg 1870—71. Redigirt von der kriegsgeschichtlichen Abtheilung des Grossen Generalstabes. Th. II. Heft 19. Berlin 1881. 8.

Beschreibung der Pergamenischen Bildwerke. 2. Abth. Berlin 1881. 8.

vom Rath, *über einen schwarzen Krystall, welcher mit grösster Wahrscheinlichkeit für Orthit anzusprechen ist.* 1881. 8. Sep.-Abdr.

Ulgermann, *über causalmechanische Entstehung der Organismen.* Stuttgart 1881. 8.

F. Buchenau, *Flora der Ostfriesischen Inseln.* Norden & Norderney 1881. 8.

W. Grimm, *Kleinere Schriften. Herausgegeben von G. Hinrichs.* Bd. I. Berlin 1881. 8.

E. Prym & A. Socin, *der Neu-Aramäische Dialekt des Tûr 'Abdîn.* Th. 1. 2. Göttingen 1881. 8.

Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1881. N. IV. 8.

Abhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Bd. XII. Heft 2. (Hoernes & Auinger, *Die Gasteropoden der Meeres-Ablagerungen.* Lief. 2.) Wien 1880. 4.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1880. Titel und Register. Wien 1880. 8.

Mittheilungen der K. K. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. Neue Folge. Bd. VII. Heft 1. Wien 1881. 4.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. X. N. 8. 9. Wien 1880. 8.

Carinthia. — Zeitschrift für Vaterlandskunde, Belehrung und Unterhaltung. Jahrg. 70, 1880. Klagenfurt. 8.

Dudik, *Mährens Allgemeine Geschichte.* Bd. IX. Brünn 1880. 8.

Értekezések a nyelvt. és szépirodalom Köréből. VIII, 5—10. IX, 1. 2. és cziml. VIII.

——— *a társad. tudományok köréből.* V, 9. VI, 1—8 és cziml. V.

Értekezések a történelmi tudományok Köréből. VIII, 10. IX, 1-3 és czimL VIII

———— *a mathem. tudományok Köréből.* VII, 6—22.

———— *a természet-tudományok Köréből.* IX, 20-25. X, 2-18 és czimL IX

Budapest 1879/80. 8.

Evkönyvek (Annales). Köt. XVI. 6. Dar. Budapest 1880. 4.

Erdélyi Muzeum. 3. sz. VIII. évt. 1881. Pest. 8.

Értesitö (Archaeologiai). (Bulletin archéologique.) Kötet XIII.

———— *(Akademiai). (Bulletin académique.)* 1879, 1—8. 1880, 1—8

Budapest 1879/80. 8.

Közlemények (Archaeologiai). Kötet XIII, 2. füzet. *(Nyelvtudományi).* XV 3. XVI, 1. Budapest 1880. 4.

Monumenta Hungariae archeologica. Vol. IV. P. 1. 2. Budapest 1879/80. 4

Monumenta Hungariae historica. II. Oszt. *Scriptores.* Vol. 30 et Supplem Budapest 1880/81. 8.

Régi Magyar Költök Tára. Köt. II. Budapest 1880. 8.

Magyar Tudom. Akadémiai Almanach 1881. Budapest 1881. 8.

Codex Cumanicus Bibliothecae ad templum divi Marci Venetiarum primum e integro edidit Comes Géza Kuun. Budapestini 1880. 8.

Monumenta Comitialia Regni Transylvaniae. (III. Oszt. *Monum. Hung. hist.)* Kötet VI (1608—1614). Budapest 1880. 8.

Az Eltünt Régi Vármegyék itra Pesty Frigyes. Köt. I. II. Budapest 1880.

Szasz Károly, Gróf Széchenyi István és az Akadémia Megalapitása. Budapest 1880. 8.

P. Hunfalvy, *Literarische Berichte aus Ungarn.* Bd. IV. Heft 1—4. Budapest 1880. 8.

— —, *Ungarische Revüe.* 1881. Heft I. II. Leipzig 1881. 8.

G. Wenzel, *Magyarország Bányászatának kritikai története.* Budapest 1880. 8.

A. Szilády, *Temesvari Pelbart élete és munkai.* Budapest 1880. 8.

K. Torma, *Repertórium Dacia Régiség-és felirattani irodalmához.* Budapest 1880. 8.

Adalékok a Humanismus Történetéhez Magyarországon; *Közzéteszi Abel Jenö* Budapest 1880. 8.

K. Thaly, *Ocskay László.* Budapest 1880. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society. Vol. III. N. 3. London 1881. 8.

Proceedings of the London Mathematical Society. N. 165. 166. London 1881. 8.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLI. N. 4. London 1881. 8.

The Annals and Magazine of Natural History. Ser. V. Vol. 7. N. 39. London 1881. 8.

Journal of the Chemical Society. N. CCXX. March 1881. London. 8.

Results of Meteorological Observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, in the years 1876—79, edited by E. J. Stone. Vol. XXXVII. Oxford 1880. 8.

The sacred Books of the East, translated by various oriental scholars and edited by J. Max Müller. Vol. X. P. 1. Oxford 1881. 8.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. N. Ser. Vol. XLIX. N. CCXXXVI. CCXXXVII. Calcutta 1880. 8.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. 1880. N. IX. X. 1881. I. Calcutta 1880/81. 8.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. T. XCII. 1880. Second Semestre. N. 8. 9. 10. 11. Paris 1881. 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. X. N. 9. 10. 11. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société de Géographie. Décb. 1880. Paris 1880. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. Année 4. N. 5. 6. Bordeaux 1881. 8.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. Année X. Sér. 3. N. 9. 10. 11. 12. 13. Paris 1881. 4.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Sér. VI. Année I. Cah. 2. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société Philomatique de Paris. Sér. 7. T. IV. N. 4. Paris 1880. 8.

Polybiblion. Revue bibliographique universelle. Part. techn. Sér. II. T. VII. Livr. 2. 3. *Part. litt.* Sér. II. T. XIII. Livr. 3. Paris 1880/81. 8.

Comité international des poids et mésures. Procès-verbaux des Séances de 1880. Paris 1881. 8.

M. Vivien de Saint Martin, *Nouveau Dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 15. Paris 1881. 4.

M. Lipschitz, *Principes d'un calcul algébraique qui contient, comme espèces particulières, le calcul des quantités imaginaires et des quaternions.* Paris 1880. 4. Extr.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVIII. 1880—81. Ser. 3. *Transunti.* Vol. V. Fasc. 6. 7. Roma 1881. 4.

Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXIII. Sessione VI. 23 Maggio 1880. Roma 1880. 4.

Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXVII. N.1 St. Pétersbourg 1881. 4.

Nachrichten der K. K. Gesellschaft der Freunde der Naturwissenschafte Anthropologie und Ethnographie. T. XXVI, Lief. 2. 3. T. XXXII, Lie 2. 3. T. XXXIII, Lief. 1. T. XXXV, Theil I. Lief. 3. T. XXXVIII, L 3. T. XXXIX, Lief. 1. 2. Moscau 1880. 4. (russ.)

H. Wild, *Annalen des Physikalischen Central-Observatoriums.* Jahrg. 187 Th. I. II. St. Petersburg 1880. 4.

H. Wild, *Die Temperatur-Verhältnisse des Russischen Reiches. Supplem zum Repertorium für Meteorologie. Text & Atlas.* St. Petersburg 188 4. & fol.

Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpa Bd. V. Heft 3. 1880. Dorpat 1881. 8.

Archiv für die Naturkunde Liv-, Ehst- und Kurlands. Herausgegeben v der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft. Bd. IX. Lief. 1. 2. Dorp 1880. 8.

Antiquarisk Tidskrift för Sverige. 7. Delen. 4. Häften. Stockholm 1881. 8

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen. — Afdeelin Natuurkunde. Deel XX. *Afdeeling Letterkunde.* Deel XIII. Amsterdam 1880. 4.

Jaarboek van de K. Akademie van Wetenschappen gevestigd te Amsterda voor 1879. Amsterdam. 8.

Processen-Verbaal van Mai 1879 tot en Met April 1880. 8.

Pryvers Satira et Consolatio. Amsterdam 1880. 8.

Verslagen en Mededeelingen der K. Akademie van Wetenschappen. — Afde ling Letterkunde. 2e. Reeks. Deel 9. *Afdeeling Natuurkunde.* 2e. Reeks Deel 15. Amsterdam 1880. 8.

Naam- en Zaakregister op de Verslagen en Mededeelingen. Afdeeling: Na tuurkunde. Deel I—XVII. Amsterdam 1880. 8.

Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden Godsdienst, uitge geven door Teylers Godgel. Genootschap. Nieuwe Serie. D. IX. St. 1. 2. Haarlem 1880. 8.

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles publiées par la So ciété Hollandaise des Sciences à Harlem. T. XV. Livr. 3. 4. 5. Harlem 1880. 8.

Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch Indie. Deel XXXIX. Ser. VII. Deel IX. Batavia 1880. 8.

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1876. Jaargang 25. Deel 2. Utrecht 1880. 4.

Bulletin de l'*Académie Royale des Sciences de Belgique.* Année 50. Sér. III. T. 1. N. 1. **Bruxelles 1881.** 8.

Plateau, *Bibliographie analytique des principaux phénomènes subjectifs de la vision.* **2. Suppl. Bruxelles.** 4. Extr.

Der Jahresbericht der historisch-antiquarischen Gesellschaft von Graubünden. Jahrg. 1880. **Chur.** 8.

Plantamour, *des mouvements périodiques du sol accusés par les niveaux à bulle d'air.* **Génève 1881.** 8. Extr.

Revista **Euskara.** Año IV. N. 34. Febrero de 1881. Pamplona 1881. 8.

Boletin da Sociedade de Geographia de Lisboa. Ser. II. N. 1. 2. Lisboa 1880. 8.

Sociedade de Geographia de Lisboa. — L. Malheiro, *Explorações geologicas e mineiras nas Colonias Portuguezas.* — J. J. Machado, *Moçambique.* Lisboa 1881. 8.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXI. N. 123. New Haven 1881. 8.

American Journal of Mathematics. Vol. III. N. 3. Cambridge 1880. 4.

Fifth Annual Report of the Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland 1880. Baltimore 1880. 8.

Garman, *New and little-known Reptiles and Fishes in the Museum of Comparative Zoology collections.* Cambridge, Mass. 1881. 8. Sep.-Abdr.

Phillips, *Certain Old Almanacs published in Philadelphia between 1705 and 1744.* Philadelphia 1881. 8. Sep.-Abdr.

E. Nipher, *Magnetic declination in Missouri.* St. Louis 1881. 1 Bl. 4.

— —, *Topographical Map of Missouri issued by the St. Louis Immigration Society. By R. A. Campbell.* 1880. 1 Bl. 4.

Boletin de la Academia Nacional de Ciencias de la Republica Argentina. T. III. Entrega 2 y 3. Cordoba 1879. 8.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Rammelsberg, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth.	M. 3,00
Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth.	M. 9,00
Virchow, Beiträge zur Landeskunde der Troas	M. 10,00
Schott, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens	M. 1,00
Krüger, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . .	M. 5,00
Curtius, Das archaische Bronzerelief aus Olympia	M. 2,50
Buschmann, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . .	M. 2,50
Erdmann, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid	M. 3,00
Schrader, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal	M. 3,00
Dillmann, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert	M. 2,50
Sachau, E., Über die Lage von Tigranokerta	M. 5,50
Hagen, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen	M. 1,50
Vahlen, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . .	M. 1,50
Waitz, Über eine alte Genealogie der Welfen	M. 0,80
Schott, Über ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters	M. 2,00
Zeller, Über die Messung psychischer Vorgänge	M. 0,80

Gerland, Ernst, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

VAHLEN, Beiträge zur Berichtigung der Elegien des Propertius . . . . . 335—362

HOFMANN, Beiträge zur Kenntniss des Coniins . . . 363—373

BURMEISTER, Bericht über ein Skelet von *Scelidotherium leptocephalum* . . . . . 374—381

WEYL, Beobachtungen über Zusammensetzung und Stoffwechsel des elektrischen Organs von Torpedo . . 381—387

BRANDT, Untersuchungen an Radiolarien . . . . . 388—404

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.

SEP 1 1881

MONATSBERICHT

CAMBRIDGE COLLEGE LIBRARY MASS.

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

April 1881.

Mit 2 Tafeln.

© BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

April 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

April. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Vahlen las:

Beiträge zur Berichtigung der Elegien des Propertius.

Die kritische Auseinandersetzung, die ich vorzulegen mir erlaube, zieht Stoff und Anlass aus der von mir 1879 besorgten Recension der von M. Haupt 1853, 1861, zuletzt 1868 herausgegebenen römischen Elegiker. Die Revision legte mir im Allgemeinen Pflicht auf, den von Haupt festgestellten und durch mehre Ausgaben hindurchgezogenen Text derselben zu wahren: was leicht war, da ich den von Lachmann gelegten Grund für hinreichend fest und die von ihm und nach ihm von Haupt befolgten Grundsätze der Kritik im Wesentlichen für zuverlässig halte. Sie gestatte aber auch, wo es nöthig schien, nach eigenem Ermessen Aenderungen in den Text einzuführen: von diesem Recht habe ich nur sparsamen Gebrauch gemacht und manchen Gedanken und manches Bedenken lieber unterdrückt, um nicht durch vorschnelles Ändern die Sicherheit zu gefährden und am Ende mehr Schaden als Nutzen zu stiften. Dennoch ist mir Einiges verlässlich genug erschienen, um es bei Erneuerung des Textes zu verwerthen. Da eine Ausgabe, die nach Haupt's Ausdruck nichts beansprucht als jede Sauberkeit zu gefallen, jedes gelehrten Beiwerkes entrathen könnte, und nur Wenige geneigt sein werden, was diesen Druck

von den früheren unterscheidet, aus ihm selbst zu entnehmen, benutze ich die sich bietende Gelegenheit, selbst Rechenschaft dem eingehaltenen Verfahren zu geben. Indem ich daher die troffenen Neuerungen, die wichtigeren wenigstens, zusammenste und soweit räthlich scheint, zu festigen und zu begründen versuch und damit verbinde, was sich früher oder später aus der Besch tigung mit diesen Dichtern Mittheilenswerthes ergeben hat, gedenk ich im Verfolg Beiträge zur Berichtigung und Erklärung der r mischen Elegiker zu geben, zuerst zu dem dritten derselben, Pr pertius.

1.

Meine Recognition lag der neuesten kritischen Bearbeitung d Dichters von Emil Bährens (Leipzig 1880) voraus, wie auch die von jener keinen Gebrauch gemacht hat: ich konnte von demselb Gelehrten nur die in seine Miscellanea critica (Groningen 1878) a genommenen Mittheilungen zu Propertius benutzen, aus denen ic die, wie mir scheint, richtige Verbesserung *nuptis* für *natis* 2,9,1 entlehnt habe. Hr. Bährens hat sich das Verdienst erworben, durch Hervorziehung einiger bisher nicht bekannter Handschriften d urkundlichen Kritik des Propertius eine breitere Unterlage schaffen, und dankbar anzuerkennen ist, dass seine Variantensa lese in manchen Fällen jetzt ein gesicherteres Urtheil gestattet üb das, was als Überlieferung zu gelten hat oder als Fälschung a zusehen ist. Die Groninger Handschrift, welcher Lachmann ei grossen Einfluss auf seine Kritik eingeräumt hatte, hat er mit Re beseitigt als diejenige unter den interpolierten, welche am meis durchzogen ist von willkürlichen, wenn auch mitunter bestechend Neuerungen. Dagegen dürfte es Bedenken erregen, dass er au die Wolfenbütteler Handschrift (den sogen. cod. Neapolitanus), der ausnehmende Treue Haupt an einigen erlesenen Beispielen in über zeugender Weise dargethan hatte (Opp. 2, 52), zwar nicht aus se nem Apparate ausgeschieden, aber als stark interpolierte Hand schrift anderen seiner Zeugen nachgesetzt hat. Ich will die Frag über welche in jüngster Zeit mehre geredet haben, nicht von Neu aufnehmen, sondern bemerke nur soviel, dass nach meiner Meinu die Wolfenbütteler Handschrift zwar nicht eine interpolationsfre Handschrift ist, so wenig als irgend eine der jetzt bekannten, d aber ihre Lesungen immer der gewissenhaftesten Prüfung wer

…, und dass sie nicht selten allein das Richtige erhalten oder den … zum Richtigen gewiesen hat. In dieser Überzeugung habe ich, …pt's Pfade weiter verfolgend, in einigen Versen von ihm unbe…t gelassene Lesarten dieser Handschrift eingesetzt und werde …en hier einige weitere Belege anschliessen, welche vielleicht ge…et sind, die Schätzung derselben noch mehr zu sichern.

…1, 4, 4 Quid me non pateris vitae quodcumque sequetur
Hoc magis adsueto DUCERE servitio?

…*ere* N(eapolitanus); *vivere* G(roninganus), welches Lachmann …vorzugte, der Handschrift zu Liebe, und weil Propertius sich …enso ausdrückt 3, 17, 19 *quod superest vitae, per te et tua cornua, …am*. Doch zeigt dieser Vers nur, woher vermuthlich die Fälschung …der Groninger Handschrift genommen ist, in der auch sonst aus …er Stelle in die andere corrigiert worden, wie 3, 10, 32 *ter per…mus iter* für *sic* aus 2, 33, 22 *ter faciamus iter*. — Virgil Aen. 4, …*me si fata meis paterentur ducere vitam Auspiciis;* Ovid Trist. …10, 105 *oblitusque mei ductaeque per otia vitae.* [*ducere* Bährens …O d. i. *omnes*]

…1, 14, 24 Quae mihi dum placata aderit, non ulla verebor
Regna VEL Alcinoi munera despicere.

…N; *nec* G, das Lachmann aufnahm, und die Verbindung *non* - …ist bei Propertius häufig genug, aber ihm auch *non* - *vel* zu…trauen, nahm Lachmann Anstand, indem er sich auf eine Bemer…ng F. A. Wolf's berief, *disiunctivum* vel *negare paucissimis exemplis …ri poterit*. Es ist bekannt, dass die Negation fortzuleiten von …junctivpartikeln *aut* verwendet zu werden pflegt; so bei Pro…tius: 2, 13, 6 *Non ut Pieriae quercus mea verba sequantur Aut …eim Ismaria ducere valle feras;* 3, 14, 23 *nec timor aut ulla est …nsae tutela puellae;* 3, 18, 27 *Nirea non facies, non vis exemit Achillem …esum aut Pactoli quas parit umor opes;* 3, 22, 36 *Cornua nec va…t curvare in pelice Iuno Aut faciem turpi dedecorare bove;* 3, 24, 10 *…od mihi non patrii poterant avertere amici Eluere aut vasto Thessala …ga mari;* 4, 6, 32 *Non ille attulerat crines in colla solutos Aut …tudineae carmen inerme lyrae.* Aber ihm ein gut bezeugtes, wenn …ch vereinzeltes *non* - *vel* abzusprechen, erscheint dennoch be…nklich. Lachmann selbst S. 319 auf die Disjunctiven zurückge…rt, nannte Tibull 1, 9, 60 *Nec lasciva soror dicatur plura bibisse …cula vel plures emeruisse viros,* damals nicht ohne Zweifel anzu…aten, der sich nicht bewährt hat; denn *quam* für *vel* in der Yorker

Handschrift ist ein leicht erklärlicher Schreibfehler, und sonst stel die Überlieferung fest; und Silius 16, 32 *Non ars aut astus bel vel dextera derat,* worin *ars aut astus* fast wie zu begrifflicher Ei heit sich verbinden, der *vel dextera* an die Seite tritt. Ich füge hin Claudian de raptu 3,28 *Haud equidem invideo: neque enim licuit fas est Vel nocuisse deos;* und meine, man müsse einräumen, da auch *non - vel* (mit Aufhebung der Grundbedeutung der Partik welches die der Wahl, nicht die der Sonderung ist) lateinisch Rede nicht entgegen sei. Vielleicht hätte Lachmann selbst dem Pr pertius die seltenere Form nicht entzogen, wenn ihm das Zeugni der Wolfenbütteler Handschrift so viel gegolten hätte, wie es verdie [*vel* Bährens aus O]

2, 18, 5 Quid mea si canis aetas canesceret annis
Et faceret scissas languida ruga genas?

So die Wolfenbütteler Handschrift: die Groninger *Quid si iam ca aetas mea candeat annis Et faciat.* Lachmann tadelt jenes nicht, nec *tamen quomodo in illa lectione aliquid fraudis sed satis quidem ca quae latere suspicor: quare hic quoque Propertium codici Groninga salutem debere malo.* Aber die Imperfecta jener Lesung sind beso und geben dem Gedanken die Form von 2, 9, 29 *Quid si longinqu retinerer miles ad Indos, Aut mea si staret navis in Oceano?* N für das unschöne *canis canesceret* ist mit Heinsius *candesceret* setzen, wie Tibull verbindet 1, 10, 43 *liceatque caput candesc canis,* oder, in anderem Gedanken, Lucretius 2, 767 *vertitur in ca candenti marmore fluctus.* Aus seinen Handschriften führt Hr. Bä rens an *Quid si iam canis aetas mea caneret annis Et faceret.* D ist der Boden, auf dem die Fälschung der Groninger Handschr gewachsen, und sie ist mit derselben Freiheit gemacht, wie z. 2, 28, 4 *Incipit et sicco fervere terra cane,* nachdem *rura* für *ter* gesetzt war, der ganze Vers so umgeformt worden *Incipiunt si fervere rura cane.* Aber leicht könnte es scheinen, dass auch d Wolfenbütteler eine zurechtgemachte, Bährens' Handschriften all die ursprüngliche Lesung enthielten. Und so urtheilt Hr. Bähre selbst, indem er das unhaltbare *caneret* mit Bentley in *curre* abändert. Aber dies ist keine wahrscheinliche Berichtigung, nic der Ablative wegen, die keinen Anstoss bereiten, sondern w *curreret* selbst (wie Bentley's Beispiele zeigen) einen diesem G danken fremdartigen Begriff einführt. *caneret* ist auf *canesceret* rückzuführen und das entbehrliche *iam* scheint ein Hinweis zu sei

dass die **Lesart in O aus Zufall und Willkür entstanden, während** der Wolfenbütteler **allein die Überlieferung vertritt. Dass dem so** sei, kann **freilich eine Stelle allein nicht zur Evidenz bringen, aber** schwerlich **werden auch viele Hrn. Bährens glauben, dass 2, 23, 22** *iuerint* **in N interpoliert,** *Me capiant* **der übrigen das ursprüngliche, oder 3, 7, 25** *posita est in gurgite vita* **in N Correctur,** *positaque in gurg.* **der übrigen das richtige, oder 2, 33, 37** *demissae in pectore sertae* **in N (***demissa .. serta* **O) aus Charisius eingeschwärzt sei.**

2, 27, 13 Iam licet et Stygia sedeat sub arundine remex,
Cernat et infernae tristia vela ratis:
Si modo CLAMANTIS **revocaverit aura puellae,**
Concessum nulla lege redibit iter.

***clamantis* N; *damnatum* G. Lachmann, der in der ersten Ausgabe *clamantis* beibehielt ohne Bemerkung, hat in der zweiten *damnatum* gesetzt, mit Jacob, der *clamantis aura* als sinnlos verwirft, Horaz carm. 2, 8, 24 (*tua ne retardet aura maritos*) herbeizieht, und die Bedeutung von *revocaverit* verflüchtigt (*'vocare' de omnibus invitamentis usurpatum est*). Jacob war selten glücklich in der Kritik des Properz: dieser Stelle hat er arg geschadet; denn die Färbung des Ausdrucks zeigt, dass *revocaverit* sinnlich verstanden ist, womit *clamantis aura* von der Stimme der Rufenden sich zur Einheit der poetischen Vorstellung verbindet (2, 13, 57; Aen. 4, 460; Lucr. 3, 38). *damnatum* ist eine blendende Fälschung der Groninger Handschrift, die dieser allein angehört: denn auch Bährens' Handschriften haben alle *clamantis*.**

4, 10, 20 Idem eques et frenis, idem fuit aptus aratris
Et galea HIRSUTA **compta lupina** IUBA.

***hirsuta .. iuba* N; *hirsutis .. iubis* G. Lachmann missfiel die Lesung der Wolfenbütteler Handschrift: *vastum litterae a quinquies repetitae notum codex Groninganus tollit,* hirsutis iubis *exhibendo: quidni servatur?* Ich sehe mehr Grund der Groninger zu misstrauen. Den Plural *iubae* von der Mähne hat Propertius 4, 4, 20 *per flavas arma movere iubas,* und 38 *ille equus Cui Tatius dextras collocat ipse iubas;* wohl ist dies vermuthlich der Anlass der Correctur in unserem Vers. Den Singular vom Helmbusch rechtfertigt Virgil Aen. 7, 785 *Cui triplici crinita iuba galea alta Chimaeram Sustinet,* lehrt auch gegen Bährens' *a* in den Endungen auf einander folgender Wörter nachsichtiger zu sein; was Virgil auch Georg. 4, 366 nicht vermieden hat**

Omnia sub magna labentia flumina terra.

Und damit man nicht glaube, Propertius sei hierin feinhöriger gewesen als der Epiker, prüfe man

2, 33, 16 Cur tibi tam longa Roma petita via est
2, 26, 1 Vidi te in somnis fracta mea vita carina
3, 19, 21 Tuque o Minoa venundata Scylla figura
Tondens purpurea regna paterna coma.

Denn auch in unserem Vers werden nur vier *a* gehört. Ebenso Tibull 1, 10, 40

Occupat in parva pigra senecta casa

und Ovid Fast. 4, 870

Tectaque composita iuncea vincla rosa.

Überhaupt ist nichts bedenklicher als in Fragen des Klangs unser Ohr zum Richter zu machen über das, was alten Dichtern genehm oder zuwider war, und haben moderne Philologen, selbst Bentley, in dieser Rücksicht nicht selten gefehlt.

Diesen von mir abweichend von Haupt aufgenommenen Lesungen der Wolfenbütteler Handschrift füge ich als der Aufnahme nicht minder werth jetzt noch folgende hinzu:

1, 2, 7 Crede mihi, non ulla tuae est medicina figurae:
Nudus Amor formae non amat artificem.
Aspice, quo summittat humus formosa colores
Et veniant hederae sponte sua melius,
Surgat et in solis formosius arbutus antris,
Et sciat indociles currere lympha vias.
Litora nativis PERSUADENT picta lapillis,
Et volucres nulla dulcius arte canunt.

Den Bau der Periode hat Lachmann erkannt, zwar nicht schon 1816, aber 1829, indem er *quo summittat* schrieb statt *quos* der Handschriften, und hat dieses *quo* d. i. *quanto melius* erläutert und gerechtfertigt im Commentar zum Lucretius S. 226, so dass zu bedauern ist, dass selbst Madvig Advers. 2, 63 die Satzform von Neuem verkannt hat. In V. 13 scheiden sich die Handschriften, *persuadent* die Wolfenbütteler, *collucent* die Groninger allein: letzteres vindicierte Lachmann dem Text, obwohl er bekannte, den Ursprung der anderen Lesart nicht zu begreifen. Andere suchen zu vermitteln, indem sie den Gedanken aus *collucent*, die Form aus *persuadent* entnehmen; woraus die Vorschläge erwachsen sind *pellucent*, *praelucent*, *praefulgent*, deren doch keinem besondere Wahrscheinlichkeit zuzusprechen ist. Hier erkennt man die Wirkung

einer Fälschung (denn das ist *collucent*), die einmal gesetzt, den Blick gefangen hält. Hätte man mit Verschmähung der Willkür *persuadent*, das allein Anspruch hat, Überlieferung zu sein (denn so auch Bährens' Handschriften sämmtlich), im Texte behalten, vielleicht wäre längst eingesehen worden, dass dies nicht die Wahrheit birgt, sondern die Wahrheit selbst ist. Oder was liesse der Gedanke vermissen? Den Satz *Nudus Amor formae non amat artificem* erläutern und bekräftigen Beispiele aus der Natur: *Aspice quo (quanto) melius sua sponte humus formosa colores summittat et hederae veniant; et (quo) formosius in solis antris arbutus surgat, et lympha indociles sciat currere vias. Litora persuadent se nativis picta esse lapillis; et volucres nulla arte dulcius canunt.* Und die Form *Litora persuadent picta* für *se picta esse*, die hier getäuscht hat, dürfen wir sie dem Propertius absprechen? Lachmann hielt S. 380 *Andromede et Hypermnestre sine fraude maritae Narrant* (4, 7, 63) für *maritas se narrant* für möglich. Zwar habe ich diesen Versen durch geänderte Interpunction eine andere und, wie mir schien, einfachere Auffassung gegeben,

Andromedeque et Hypermnestre, sine fraude maritae,
Narrant historiae pectora nota suae.

Aber der dort von Lachmann genutzte Beleg aus Ovid Met. 9, 545, *superata fateri Cogor opemque tuam timidis exposcere votis* d. i. *me superatam esse fateri*, kann bezeugen, was lateinischer Dichtersprache möglich oder erlaubt war; und was Propertius wagen durfte, zeigt 2, 9, 7

Visura et quamvis numquam speraret Ulixen,
Illum expectando facta remansit anus.

Jede Sprache sucht schwerfällige grammatische Form, wie z. B. in zusammengesetzten Temporalbildungen des Latein und des Deutschen, nach Möglichkeit zu erleichtern; und die elegischen Dichter, genöthigt ihre Gedanken und Empfindungen rund in den knapp bemessenen Rahmen des Distichons zu spannen, haben der Sprache mitunter grössere Entbehrung auferlegt, als sie willig ertrug. Dem Participium das den Infinitiv anzeigende *esse* zu entziehen, ist zwar der lateinischen Sprache in gewissen Grenzen überhaupt gestattet, aber über das Zuträgliche reicht weit hinaus, was Propertius sich erlaubt hat, 4, 2, 26 (und 42)

Da falcem et torto frontem mihi comprime faeno:
Iurabis nostra gramina secta manu,

oder 4, 4, 40

Quid mirum in patrios Scyllam saevisse capillos
Candidaque in saevos inguina versa canes?
Prodita quid mirum fraterni cornua monstri,
Cum patuit lecto stamine torta via?

Ist es nicht zu verwundern, dass, was in zehn Fällen nicht bezweifelt oder bestritten wird, in einem einzelnen den Blicken der Interpreten sich entzogen hat, da doch das Verbum *persuadent* selbst den Weg zu richtiger Auffassung zu weisen geeignet war? — *summittat* v. 9 empfiehlt die Wolfenbütteler Handschrift, obwohl *summittit* der Groninger, mit Variation der Modi in den abhängigen Sätzen, der Weise des Propertius nicht entgegen war, wie Lachmann in gelehrter Ausführung zu dieser Stelle gewiesen hat; aber dass *summittat* besser sei, hat er später (im Lucretius a. a. O.) selbst bemerkt. An der nahen Wiederholung aber von *formosa* V. 9 und *formosius* V. 11 hatte Lachmann und hatte schon vor ihm Bentley ungegründeten Anstoss genommen, und noch beruhigt sich die Kritik nicht; aber schon das Schwanken, mit welchem die Emendationslust älterer und neuerer Kritiker bald das eine bald das andere Wort anversucht hat, ist ein Fingerzeig, dass man an keinem mehr, als dass es dem anderen benachbart ist, auszusetzen fand. Aber nichts kann gewisser sein als dass Propertius, wie andere Dichter, in so rascher Wiederkehr desselben Wortes, wofern nur jedes an seiner Stelle das bezeichnende war, kein Bedenken fand, und noch mancher Vers dieses Dichters wird grundlos, weil nur aus diesem Grunde, abgeändert.

2, 16, 11 Cynthia non sequitur fasces nec curat honores:
Semper amatorum ponderat UNA sinus.

una die Wolfenbütteler Handschrift, *illa* die Groninger und zwei bei Bährens. Wer möchte nicht glauben, dass *illa* vom Dichter gesetzt, *una* nur eine leichte Abirrung von jenem sei. Dennoch hege ich kein Bedenken, *una* zu schützen, *illa* als Fälschung zu beseitigen. Wägt man den Gedanken genau, so giebt *una* eine Nüance, die uns jenes entbehren lässt: 'Cynthia geht nicht nach Ehren und Würden: immer wägt sie einzig den Beutel der Liebhaber.' Dieses 'einzig', das den Gegensatz hebt, bringt *una,* und wenn man einwenden wollte, in diesem Falle sei nicht *una* (Cynthia), sondern *unos* (sinus) zu erwarten, so ist dies gewiss der Grund, der die Fälschung veranlasst und die Herausgeber bestimmt hat, ihr beizutreten.

Aber gerade diese Abbiegung von der gewöhnlichen, der Logik folgenden Redeweise enthält das untrügliche Merkmal der Ursprünglichkeit jener Lesung. Wenn (4, 9, 59) die Priesterin den dürstenden Hercules von ihrer Quelle weist mit den Worten

Di tibi dent alios fontes: haec lympha puellis
Avia secreti limitis una fluit,

so meint sie nicht 'diese Quelle allein', sondern 'diese Quelle fliesst allein für Jungfrauen'; und zu verwundern ist es nicht, dass ein Kritiker, der aufgemerkt, an diesem *una,* das hartnäckig jeder Abänderung widerstrebt, sich dennoch vergriffen hat. Aber wenn Propertius 2, 20, 27 die Cynthia rühmt

Cum te tam multi peterent, tu me una petisti,

zeigt nicht der Gegensatz, dass nicht *tu una,* sondern *me unum* (*ex tam multis*) verstanden war? 3, 7 42

Paullatim socium iacturam flevit Ulixes,
In mare cui soli non valuere doli

war es leicht, denselben Anstoss an *soli .. doli*[1]) zu beseitigen (denn nicht 'die Listen allein', sondern 'allein gegenüber dem Meer versagten ihm seine Listen' ist der Sinn): man hat *soliti* gesetzt, was den überlieferten Zügen nahe kam, oder, was dem Gedanken besser diente, *solum*; und schwer wäre es, da beides möglich war, zu entscheiden, welches von beiden der Dichter gewählt habe. Aber wir werden den Fehler nicht begehen, ihm da wo es angeht, seine Redeweise logisch zurechtzurücken, die wir doch in analogen Fällen zu meistern ausser Stande sind. Zu ähnlichen Beobachtungen giebt Ovid Anlass. Ars am. 1, 131 (nach Erzählung vom Raub der Sabinerinnen)

Romule, militibus scisti dare commoda solus.
Haec mihi si dederis commoda, miles ero.

Metam. 13, 751

Acis erat, Fauno nymphaque Symaethide cretus,
Magna quidem patrisque sui matrisque voluptas,
Nostra tamen maior: nam me sibi iunxerat uni.

Heroid. 4, 166 (Phaedra an Hippolytus)

Flecte feros animos: potuit corrumpere taurum
Mater: eris tauro saevior ipse truci?

---

[1]) Dass nicht *cui soli,* sondern *soli doli* zu verbinden, lehrt eine feine Beobachtung Lachmanns (S. 22) über die Consonanz in den beiden Pentameterhälften.

Denn genaue Erklärung kann zeigen, dass nicht *uni*, *solus*, *ipse*, sondern *me unam*, *militibus solis* (*solum*), *ipso* (*tauro*) vom Gedanken begehrt war. Auch Horatius Ep. 2, 2, 157

At si divitiae prudentem reddere possent,
Si cupidum timidumque minus te, nempe ruberes,
Viveret in terris te si quis avarior uno,

obwohl das absolute Stillschweigen der Erklärer zeigt, dass sie nichts Bemerkenswerthes gefunden, verstand *si quis unus te avarior viveret*. Minder auffällig aber gemäss derselben Analogie Virgil Aen. 4, 606 (Dido spricht)

Implessemque foros flammis natumque patremque
Cum genere extinxem, memet super ipsa dedissem.

und Lucretius 3, 77

Macerat invidia. ante oculos illum esse potentem,
Illum aspectari, claro qui incedit honore,
Ipsi se in tenebris volvi caenoque queruntur.

In einigen Fällen hat das Versmaass Zwang geübt, das in anderen nicht hinderlich war, den natürlichen Ausdruck zu wählen. Aber aus der Versnoth werden wir diese Incongruenz der Sprache nicht herleiten dürfen, da wir sie, bei *ipse* besonders, auch in prosaischer Rede wahrnehmen (s. Prooem. v. Oct. 1880 S. 10). Wir, die wir declinierte Formen nicht haben, empfinden den Unterschied kaum und können ihn nur nothdürftig durch die Wortstellung bemerklich machen. In lateinischer Rede aber muss es genügend erschienen sein, die in *unus*, *ipse*, *solus* gelegene Steigerung oder Determinierung in den Satz zu stellen, auch ohne sie formell an das Wort zu binden, dem sie zu dienen bestimmt war.

2, 28, 7 Hoc perdit miseras, hoc perdidit ante, puellas:
Quidquid iurarunt, ventus et unda rapit.
Num sibi collatam doluit Venus? ILLA PERAEQUE
Prae se formosis invidiosa dea est.
An contempta tibi Iunonis templa Pelasgae,
Palladis aut oculos ausa negare bonos?
Semper, formosae, non nostis parcere verbis:
Hoc tibi lingua nocens, hoc tibi forma dedit.

illa peraeque N; *ipsa paremque* G (s. Lachmann 1816 und Jacob). Bährens' Handschriften alle *illa*, im Übrigen gehen sie aus einander: *paremque, pareque, p*req*; corr. *pereque*. Heute ist die Lesung der Groninger Handschrift allgemein recipiert: *Venus ipsa parem-*

que? Prae se formosis. Hingegen war, was die Wolfenbütteler giebt, einst die verbreitete Lesart, welche Lachmann zuerst und so wirksam verurtheilt hat, dass kein Nachfolger sie wieder aufzunehmen gewagt hat. Dennoch, wofern nicht alles trügt, vereinigen sich innere und äussere Gründe, um der verschmähten und fast vergessenen von Neuem einen Platz in dem Texte zu sichern. Lachmanns Urtheil war beeinflusst theils durch grobes Missverständniss alter Erklärer, das er mit Grund abweist, theils durch sein nicht gerechtfertigtes Vertrauen zu der Reinheit der Groninger Handschrift. Zu Gunsten der Wolfenbütteler spricht vor Allem, dass ihre Lesung allein, so wie sie ist, ohne jegliche Änderung einen passenden Gedanken enthält. Schreibt man hingegen *paremque* mit den übrigen, so ist *ipsa*, das nichts ist als eigenmächtige Correctur der Groninger Handschrift, nothwendig, und ist eine weitere Änderung wenigstens räthlich. *Peraeque* ist kein häufiges Wort, und war schon darum leicht der Verkennung ausgesetzt; und suchte man nach anderem, so lag *paremque* bei diesem Gedanken nur zu sehr in der Nähe. Es ist aber *peraeque* ein Wort von gut Ciceronischem Gepräge mit der Bedeutung 'ohne Unterschied' (*'quod cum peraeque omnes tum acerbissime Thessalonica sensit'*), die dem hiesigen Gedanken vorzüglich sich anpasst. Cynthia liegt krank: der Dichter fragt nach den Gründen der Krankheit: 'Hat sie sich der Venus verglichen und dadurch den Zorn der Göttin erregt? Jene ist ohne Unterschied auf die, welche im Vergleich mit ihr schön sind, voll Neid: um so mehr zürnt sie, wenn Eine sich ruhmredig ihr gleichzustellen wagt.' Lachmann, indem er der Groninger Handschrift folgte, hatte die richtige Empfindung, dass der zweite jetzt frei stehende Vers *Prae se formosis invidiosa dea est* dem Gedanken nicht voll genüge, und er änderte *prae se* in *per se*, welches Haupt aufnahm; aber wenn Lachmann den Sinn so paraphrasiert: *Iam per se Venus formosis invidet: quid mirum si gloriosas et ipsi sese conferentes oderit puniatque*, leuchtet nicht ein, dass, was hier mit drei Abänderungen erzielt wird, die Wolfenbütteler Lesart von selbst und ohne dass ein Buchstabe gekrümmt wird, darbietet, überdies in einer Form, die ich nicht anstehe für die feinere zu erklären? Denn von *peraeque* abzusehen, auch *prae se* ist gewählt: *prae* aber heisst 'im Vergleich', und die Bedeutung ist immer dieselbe, wenn auch die Verwendung wechselt und Überlegenheit so gut wie Inferiorität ausgedrückt werden kann: *prae Venere* aber sollte keine

formosa sein; daher die, welche, mit ihr verglichen, schön sind, der Neid der Göttin trifft.

Ist mein Urtheil über die hier besprochenen Verse, insbesondere die drei letzten, begründet, so wird das Vertrauen zu dieser Handschrift mit Recht sich steigern dürfen, und wird man auch anderes, das an sich gleichgültig ist, lieber nach diesem Zeugen als nach anderen zu formen geneigt sein. So wird z. B. nach Hrn. Leo's Erinnerung (Rh. Mus. 35, 436) 2, 1, 73

Maecenas, nostrae spes invidiosa iuventae,

besser *spes* mit der Wolfenbütteler als *pars* mit der Groninger gelesen werden, das vermuthlich nicht aus reinem Schreiberirrthum entstanden, sondern aus Wendungen wie 1, 6, 34 *accepti pars eris imperii*, oder 1, 21, 4 entlehnt ist. [*spes* auch Bährens aus O]

2.

In der coniecturalis emendatio des Propertius ist zu scheiden zwischen Wortverderbnissen und grösseren Schäden der Überlieferung, wie Versumstellungen und Lücken. Ich rede zuerst von jenen: und hier hat sich mir aus wiederholter Prüfung der Beschaffenheit unserer Überlieferung die Vorstellung befestigt, dass nur gelinde, den überlieferten Zügen sich möglichst anschmiegende Änderungen zum Ziele führen können und, was mit gewagtem Einschneiden erzwungen wird, selten Vertrauen verdient. Aber auch bei jenen, wie sie mitunter leicht sich darbieten, ist eben darum die Gefahr immer nahe, den Schein statt der Wahrheit zu ergreifen, und Vorsicht und Misstrauen geboten. Aber obwohl ich mir dies gegenwärtig halte, habe ich dennoch in zwei Fällen ältere, von Haupt verschmähte Conjecturen in den Text setzen zu sollen geglaubt.

2, 10, 23 Ut caput in magnis ubi non est tangere signis,
Ponitur hic imos ante corona pedes,
Sic nos nunc, inopes laudis conscendere CULMEN,
Pauperibus sacris vilia tura damus.

culmen Heinsius, *carmen* die Handschriften. Lachmann hat Heinsius' Vorschlag mit Stillschweigen übergangen. Aber Hertzberg's erborgte Parallelen, mit denen er *carmen* verficht, werden keinen Besonnenen täuschen. Denn der Vers des Alexander Aetolus Μιμνέρμου δ' εἰς ἔπος ἄκρον ἰὼν Παιδομανεῖ σὺν ἔρωτι, wenn er wirklich so lautete, und (nach bekanntem Sprachgebrauch) εἰς ἄκρον ἐπῶν M. verstanden ward, enthält den Begriff der Höhe, den das farblose *laudis carmen*

vermissen lässt. Dass aber Propertius den Vers des Hesiodus ἔνθα με τὸ πρῶτον λιγυρῆς ἐπέβησαν ἀοιδῆς (Μοῦσαι) vor Augen gehabt habe, ist mir so wenig glaublich als dass ἐπέβησαν, das oft ähnlich verwendet wird, aus der Vorstellung des Emporsteigens genommen sei, die für *conscendere* das gewählte Gleichniss fordert. Wird aber das Verbum streng gefasst, wie es der Zusammenhang gebietet, so kann eine Bezeichnung der Höhe nicht wohl entbehrt werden, wie sie *culmen* so leicht wie passend darbietet, 'ich kann die Höhe eines Lobliedes nicht ersteigen.' Im Übrigen ist die Mischung der Bilder unbedenklich und Propertius' Art nicht entgegen: daher ich denen nicht beitreten kann, die mehr Übereinstimmung in den Tropen der beiden letzten Verse zu erzwingen grössere Änderungen sich gestattet haben. [*culmen* hat auch Bährens aufgenommen]

3, 10, 25 Inde coronatas ubi ture piaveris aras,
20 Luxerit et tota flamma secunda domo,
Sit mensae ratio, noxque inter pocula currat,
Et crocino naris murreus ungat onyx.
Tibia nocturnis succumbat rauca choreis,
Et sint nequitiae libera verba tuae,
25 Dulciaque ingratos adimant CONVICIA somnos,
Publica vicinae perstrepat aura viae.

convicia Broukhus; *convivia* die Handschriften. Auch diese Conjectur hat Lachmann der Erwähnung nicht werth gefunden, auch sonst Niemand meines Wissens der Aufnahme gewürdigt. Dennoch bekenne ich, dass *convivia* an dieser Stelle und in dieser Umgebung, nachdem V. 21 voraufgegangen, mich nicht befriedigt, *convicia* hingegen, richtig verstanden, mir genau das Wort zu sein scheint, das in diesem Zusammenhang nicht bloss passend, sondern gefordert war: ich meine aber *convicia* nicht wie 1, 6, 15 oder 3, 8, 11 *quae mulier rabida iactat convicia lingua* oder *dulcis rixa* ebend. 1, auch nicht wie bei Cicero act. II in Verr. 5, 11, 28 *convivia non silentio neque pudore sed cum maximo clamore atque convicio*, sondern wie Ovid Metam. 11, 601 *non fera, non pecudes, non moti flamine rami Humanaeve sonum reddunt convicia linguae*, das sind Stimmen menschlicher Zunge; so dass *dulcia convicia* mit *verba nequitiae* (wofern man auch in letzteres nicht mehr hineinlegt als es verträgt) sich auf's beste zu paaren scheinen.

Mit etwas mehr Zuversicht bin ich bei einigen Versen zur über-

lieferten Lesart zurückgekehrt, in denen Haupt eigene oder fremde Verbesserungen aufgenommen hatte.

1, 15, 7 Tu tamen in nostro lenta timore venis,
Et potes hesternos manibus componere crines
Et longa faciem quaerere desidia
Nec minus Eois pectus variare lapillis,
Ut formosa novo quae parat ire viro.

Haupt hatte *Ac formosa* gesetzt, wodurch dieser Vers in engere Verbindung gebracht wird mit dem letztvorangegangenen, *Nec minus Eois pectus variare lapillis Ac formosa.* Allein dies scheint die Absicht des Dichters nicht gewesen zu sein, dem *Nec minus* zur bequemen Anknüpfung eines zweiten, dritten, in der Aufzählung dient, hier, wie

1, 3 Qualis Thesea iacuit cedente carina
Languida desertis Gnosia litoribus,
Qualis et accubuit primo Cepheia somno
Libera iam duris cotibus Andromede,
Nec minus assiduis Edonis fessa choreis
Qualis in herboso concidit Apidano,
und 2, 32, 59 Uxorem quondam magni Minois, ut aiunt,
Corrupit torvi candida forma bovis,
Nec minus aerato Danae circumdata muro
Non potuit magno casta negare Iovi.

Anders wie es scheint V. 34. Aber ähnlich die Aeneis oft, 3, 482; 6, 475, u. s. w. Beachtung der dem Dichter geläufigen Wendungen ist nirgend unnützlich. So theile ich die Ansicht derer nicht, welche 2, 10, 25

Nondum etiam Ascraeos norunt mea carmina fontes,
Sed modo Permessi flumine lavit Amor

nondum etenim geschrieben haben: denn der begründende Satz konnte verbindungslos sich anfügen, und *nondum etiam* heisst 'noch nicht'. Hand im Tursellinus 4, 307 bemerkt über diese pleonastische Partikelverbindung *videtur tantum apud comicos extare.* Es war ihm also entgangen, dass Propertius hier, und 1, 3, 11 *nondum etiam sensus deperditus omnes,* 1, 9, 17 *necdum etiam palles* schreibt, ebenso *necdum etiam* Virgil Aen. 1, 25; 8, 697; Catull 64, 55; Manil. 1, 73.

1, 6, 4 Non ego nunc Hadriae vereor mare noscere tecum,
Tulle, neque Aegaeo ducere vela salo,

Cum quo Rhipaeos possim conscendere montes,
Ulteriusque DOMOS vadere MEMNONIAS.

Es war, wie Belger mittheilt (M. Haupt als akad. Lehrer S. 254), eine spätere Vermuthung Lachmanns, Propertius habe *domo .. Memnonia* geschrieben, das Haupt aufgenommen, jetzt auch Bährens. Und untadelig ist der Ausdruck, aber doch nicht gewiss, ob wir befugt sind, das überlieferte *domos .. Memnonias* abzuändern. Denn mag man *ulterius domos* verbinden, wie *propius* den Casus von *prope* behält, oder, da *Memnonias domos vadere* so richtig ist wie *alias iterum naviget Illyrias* 2, 16, 10 (3, 11, 12 s. u.); *alias avexerat oras* Aen. 1, 512; *ibis Cecropios portus* Heroid. 10, 125, erklären *ulterius vadere quam domos Memnonias* (wie Propertius 3, 5, 46 *haud ultra quam rogus* schreibt), in keinem Falle widerstrebt der Ausdruck grammatischer Analogie, und der Plural *Memnonias domos* wird durch 3, 11, 12 *Iret ut Aesonias aurea lana domos* empfohlen, das hier zwar der Vers verlangte, während Ovid *Aesonia domo* schreibt (Her. 12, 134. 16 (17), 230). Über unterdrücktes *quam* beim Comparativ hat unlängst Hr. Wölfflin in der anregenden Schrift 'Über lateinische und romanische Comparation' S. 49 f. Zusammenstellungen gemacht, denen ich einiges seltnere ergänzend hinzufügen will. Propertius 2, 24, 48 *Dura est quae multis simulatum fingit amorem Et se plus uni si qua parare potest,* dem es schwer halten dürfte Wölfflin's Erklärung anzupassen; *amplius horam* Catull 99, 3. An *plus dodrantem, plus mille asses* hat Lachmann erinnert zum Ulpian (Opp. S. 238). Eigenthümlich und auch nicht leicht unter jene Auffassung zu bringen ist was Lucretius schreibt 4, 414 *at conlectus aquae digitum non altior unum,* dem Munro ähnliches aus Livius beifügt. Vermuthlich schrieb auch Cicero de Legg. 2, 18, 45 *textile ne operosius mulieris opus menstruum;* denn dass *quam*, welches Voss. B und Heins. haben, in Voss. A übergeschrieben ist, scheint dafür zu sprechen, dass Cicero die Partikel nicht setzte, weil die Platonischen Worte, die er übersetzt, ὑφὴν δὲ μὴ πλέον ἔργον γυναικὸς μιᾶς ἡμέρου, kein ἢ haben; und dass man in solchem Falle ein Missverständniss nicht besorgte, zeigt Plautus Bacchid. 672 R. *Immo vero nimio minus multo parum* d. i. *nimio multo minus quam parum.* Es entgeht mir nicht, dass *Memnonias domos* keine Zahl oder Maassbestimmung ist, auf welche diese verkürzte Redeweise vorzüglich Anwendung findet, sondern ein terminus. Aber wenn man sagen konnte *ulterius quinque milia passuum vadere*, warum wäre *ulterius*

ultimam oram vadere verwehrt gewesen, und wieviel unterscheidet sich von jenem, was Ovid schreibt Metam. 11, 478 *Aut minus aut certe medium non amplius aequor Puppe secabatur longeque erat utraque tellus.* Doch wie man immer entscheidet, ein so eigenthümlich geformtes Exempel sollte man der Beobachtung nicht entziehn, zumal dergleichen bisweilen überraschenden Aufschluss giebt und empfängt.

3, 13 Luxuriae nimium libera facta via est.
Inda cavis aurum mittit formica metallis
Et venit e rubro concha Erythraea salo
Et Tyros ostrinos praebet Cadmea colores,
Cinnamon et multi coston odoris Arabs.
Haec etiam clausas expugnant arma puellas
Quaeque iterant fastus, Icarioti, tuos.

So wollte Haupt diese Verse geschrieben wissen (Opp. 3, 514), in denen die Handschriften *Erycina* 6, *pastor odoris* 8, *pudicas* 9 und *terunt* 10 darbieten. Und *Erycina* und *pastor* will ich nicht vertheidigen, obwohl ich beides aus hier nicht näher zu erörternden Bedenken beibehielt: aber für *pudicas*, das ich restituiert habe, wage ich ein schützendes Wort einzulegen. Haupt verwarf es, weil *clausas* und *pudicas* so unverbunden sich gegenseitig schädigten, während *puellas*, das er mit Markland schrieb, durch 3, 14, 23 *Nec timor aut ulla est clausae tutela puellae* und 3, 3, 49 *Ut per te clausas sciat excantare puellas* empfohlen werde. Allein beide Stellen verlangten oder vertrugen den Begriff *pudicae* nicht, welcher der hiesigen wesentlich ist. Und eine gewisse Analogie für die Doppelbezeichnung gewährt 2, 32, 59 *Nec minus aerato Danae circumdata muro Non potuit magno casta negare Iovi.* Denn *etiam* ist nicht mit *pudicas*, sondern *etiam clausas* mit *expugnant* enger, *pudicas* aber mit *Quaeque* d. i. der relativischen Ausführung eines verwandten Begriffs zu verbinden, und meine ich die Fassung des Gedankens richtig zu umschreiben: *haec arma etiam si clausae sunt expugnant pudicas et quae Penelopes similes sunt.* Hrn. Bährens Vermuthung *arma maritas* kann ich zu seinen glücklichen nicht rechnen. Im letzten Vers hat Haupt *iterant* mit Heinsius, Bährens *gerunt* mit Guyet gesetzt, und beides war möglich, *iterant* das feinere. Ob aber das überlieferte *terunt*, das Haupt mit scharfem Tadel abweist, mit Recht verworfen wird, ist mir zweifelhaft: die welche der Penelope gleichen, nützen deren *fastus* ab, denn was viele gebrauchen, *teritur usu.* Die Metapher, richtig

erklärt, ist kühn aber nicht albern, und des Propertius nicht unwürdig.

Die Überlieferung habe ich auch 2, 13, 47

Nestoris est visus post tria saecla cinis.
Quis tam longaevae minuisset fata senectae
Gallicus Iliacis miles in aggeribus?
Non ille Antilochi vidisset corpus humari,
Diceret aut 'o mors, cur mihi sera venis?'

zurückgeführt und mir dafür den Tadel Hrn. Leo's (a. a. O.) zugezogen, der sich der von Livinejus ersonnenen und von Lachmann empfohlenen Schreibung *Cui si tam longae minuisset* annimmt. Es ist mitunter leicht eine unbedenkliche Schreibung an Stelle einer bedenklichen Überlieferung zu setzen. Aber ist das unbedenkliche auch wahr? Lachmann (S. 146) sagt '*longaeva senecta*' *quam bene dicatur ignoro* und erinnert an 1, 19, 17 *quamvis te longae remorentur fata senectae*. Aber man sagte *longaevos senes*, Martial auch *longaeva vetustas*, und das Epitheton, das der *senectus* nicht schwieriger als den *senes* sich anpasst, hätte schwerlich Zweifel eingeflösst, wenn nicht die Abänderung von *quis* die Nöthigung auferlegt hätte, das dreisilbige zu kürzen; was jener Vermuthung nicht eben zur Empfehlung gereicht. Und was die Hauptsache betrifft, wenn Antigone, durch Theseus aus Kreons Händen befreit, zu Oedipus sagt, τίς ἂν θεῶν σοι τόνδ' ἄριστον ἄνδρ' ἰδεῖν Δοίη τὸν ἡμᾶς δεῦρο προσπέμψαντά σοι; so fragt sie nicht 'wer von Göttern das thun wolle', sondern in der Frageform drückt sie den Wunsch aus 'Möchte doch Einer der Götter dir verleihen.' Und Iuturna, als ihr Bruder Turnus unrettbar verloren, *O quae satis alta dehiscat Terra mihi manesque deam demittat ad imos*? oder Accius' Philoctet, *Heu quis salsis fluctibus mandet Me ex sublimo vertice saxi*?, kleiden den Wunsch in die fragende Form, die Seneca's Tragödien oftmals zu gleichem Zwecke verwenden. Ist es undenkbar, dass auch von der Vergangenheit die Frageform *Quis minuisset* den Sinn des Wunsches gehabt habe? 'Hätte doch ein Troischer Soldat dem Nestor das Geschick des langlebigen Alters gekürzt.' — Über *Gallicus* trage ich Bedenken zu reden, obwohl ich nicht die Absicht habe, die Zahl der Einfälle zu mehren. Auch Leo's *Delius* kann ich mir nicht aneignen so wenig als Bährens' Conjecturen, mit denen er dem Distichon einen abweichenden und wie mir scheint fremdartigen Sinn abgenöthigt hat. Unter allem, was in alter und neuer Zeit zur Berichtigung von *Gallicus* vorge-

bracht ist, scheint mir Lachmanns *Ilius Iliacis miles in aggeribus* weitaus das beste, und wer sich an 2, 20, 6 *volucris Attica Cecropiis obstrepit in foliis* oder 3, 11, 18 *Lydia Gygaeo tincta puella lacu* erinnert, wird kaum zweifeln, dass *Gallicus* eine Bezeichnung des Troers oder Phrygers enthält, oder aber diese Bezeichnung selbst ist. Wenn Turnus den Aeneas einen *semivirum Phryga* nennt (Aen. 12, 99) und der Rutuler Remulus den Troern unter anderen Schmähungen zuruft *O vere Phrygiae, neque enim Phryges, ite per alta Dindyma, ubi adsuetis biforem dat tibia cantum. Tympana vos buxusque vocat Berecyntia matris Idaeae* (Aen. 9, 614), so meine ich den Zusammenhang der Vorstellungen zu erkennen, dem Propertius' *Gallicus miles* entstammt, das mit Absicht eine verächtliche Bezeichnung des Phrygers enthält.

Ich übergehe anderes, worin ich von Haupt abgewichen bin, sei es dass ich die Überlieferung wieder aufgenommen, wie 4, 3, 11, wo *in savia*, so scheinbar es ist, doch schwerlich das Richtige trifft, oder wenigstens das Zeichen der Verderbniss getilgt habe, wie 4, 8, 88

Dein quemcunque locum externae tetigere puellae,
Suffit et a pura limina tergit aqua,
Imperat et totas iterum mutare lacernas
Terque meum tetigit sulfuris igne caput.
Atque ita mutato per singula pallia lecto
Respondi et toto solvimus arma toro.

Denn das allgemein angezweifelte *respondi* d. h. 'nach den vorgenommenen Räucherungen und Reinigungen entsprach ich, war so wie sie mich wünschte' scheint mir in diesem Zusammenhang das treffende Wort und ist in solcher Verwendung echt lateinisch, wie Seneca zeigt, de ira 3, 6, 3 *nulli fortuna tam dedita est ut multa temptanti ubique respondeat*; und 1, 5, 5 vom Arzt *si modus et ordo non proficiunt, subducit aliqua et circumcidit; si ne ad hoc quidem respondet, interdicit cibis.* — *toto toro* aber und *solvimus arma* sind nicht unverständlich, für den wenigstens, der verstehen will.

Doch ich übergehe dies und anderes und berühre schliesslich noch einen Vers, bei dem ich bedaure, mit Haupt die Überlieferung verlassen zu haben: 1, 3, 16

Hanc ego, nondum etiam sensus deperditus omnes,
Molliter impresso conor adire toro.
Et quamvis duplici correptum ardore iuberent
Hac Amor hac Liber, durus uterque deus,

5 Subiecto leviter positam temptare lacerto
Osculaque admota sumere ET ARMA manu,
Non tamen ausus eram dominae turbare quietem.

einem Brief an Haupt (bei Belger M. Haupt als akad. Lehrer 254) schilt sich Lachmann einen Narren, dass er Gronovius' jectur *ad ora* für *et arma* verschmäht habe. Haupt billigte die rmuthung ausdrücklich und nahm sie in seinen Text. Es ist dies cht der einzige Fall im Propertius, dass Lachmanns spätere Geanken seinen früheren die Wage nicht halten[1]). Er hatte 1816 *et arma* erklärt: *arma sumere, quod militum est, ad Venereum hoc bellum Protius transtulit. Amor mihi, inquit, et Bacchus suadebant, ut iacenm puellam submisso lacerto leviter tentarem, oscula sumerem, admota pori manu me ad hoc dulce bellum pararem,* und die Metapher Propertius und andern erläutert: alles treffend und wohl über-t; und kaum verlohnt es sich dem übertragenen Ausdruck, dem gebrauchten, noch weiter nachzugehen; und dass *oscula* und *arma*, verschiedene nomina, an dem Einen, hier und dort anders zu tenden, Verbum *sumere* hängen, hat Parallelen an Propertius 9, 23 *Cum tibi Romano dominas in honore secures Et liceat medio*

[1]) Dafür, ausser anderem in dieser Aufzeichnung Berührten, hier in der Kürze noch ein Beispiel. 1, 18, 5 war die Vulgata, die Lachmann in beiden Texten beibehielt:

Hic licet occultos proferre impune dolores,
Si modo sola queant saxa tenere fidem.
Unde tuos primum repetam, mea Cynthia, fastus?
Quod mihi das flendi, Cynthia, principium?

dem erwähnten Brief schlug er andere Interpunction vor, wonach Haupt rucken liess, was auch die vierte Auflage beibehielt:

Unde tuos primum repetam, mea Cynthia, fastus?
Quod mihi das flendi, Cynthia, principium:
Qui modo felices inter numerabar amantes,
Nunc in amore tuo cogor habere notam.

Die Absicht, die erreicht werden soll, ist deutlich. Aber den Gewinn hebt ebensoviel Nachtheil auf. Denn die beiden parallelen Fragen, in jedem Wort als solche gekennzeichnet, sind trefflich an sich und treten als sprechendes Analogon neben Theocritische Verse, 2, 64

Νῦν δή μοῦνα ἰοῖσα πόθεν τὸν ἔρωτα δακρύσω;
Ἐκ τίνος ἄρξωμαι; τίς μοι κακὸν ἄγαγε τοῦτο;

Und dann die Erzählung.

ponere iura foro und 3, 7, 29 *Ite, rates curvas et leti texite causas*, und vielen ähnlichen Verbindungen, die Leo Seneca 1 S. 199 gesammelt hat. Selbst wenn *ad ora* besser wäre, dürften wir ihm zu Liebe das bezeugte *et arma* nicht aufgeben. Aber was gewinnen wir mit der Verbesserung? Dies, soviel ich sehe, dass das Gleichgewicht zwischen Antrieb (13. 14) und Folge (15. 16) zerstört wird und das Ganze wie ein *Parturiunt montes* verläuft. Lachmann war allem Obscönen scharf abgeneigt: er tadelt Broukhus (S. 386) *non pudebat igitur rei obscenae impudica verba addidisse*, und errŏthet (S. 221), dass ihm vorbehalten war, den obscönen Sinn eines Ausdrucks zuerst zu deuten (s. auch zu Lucretius 5, 1076). Vielleicht, dass ihn auch hier diese Abneigung später für die Gronov'sche Verbesserung empfänglicher gemacht hat. Meint doch auch Haupt (bei Belger S. 254) 'dass das ganze Bild zarter und schöner sei, wenn nur Küsse erwähnt würden'. Aber Propertius war ein lasciver Dichter von starker Sinnlichkeit, auch dieses Gedicht beweist es (V. 37. 38), und wir haben kein Recht, ihn züchtiger zu machen als er ist, zumal auf Kosten der poetischen Conception. — Soll ich noch sagen, was ich von Dilthey's Versuch *osculaque amoto sumere cara metu* oder Bährens' Schreibung *osculaque admota sumere avara manu* denke?

Von eigenen Verbesserungsversuchen, denen ich geglaubt habe einen Platz im Text einräumen zu dürfen, habe ich 4, 4, 55

Si POSCES pariamne tua regina sub aula,
Dos tibi non humilis prodita Roma venit:
Si minus, at raptae ne sint impune Sabinae,
Me rape et alterna lege repende vices

(die Handschriften *sic hospes*), und 3, 8, 19

Non est certa fides quam non IN IURGIA VERTAS.
Hostibus eveniat lenta puella meis.

(*iniurgia* N, *iniuria* die übrigen, *versat* alle) in dem Prooem. Oct. 1880 besprochen. Hier reihe ich an 2, 25, 33

Tu tamen interea, quamvis te diligat illa,
In tacito cohibe gaudia clausa sinu:
Namque in amore suo semper sua maxima cuique
Nescio quo pacto verba nocere solent.
Quamvis te persaepe vocet, SEPELIRE memento:
Invidiam quod habet, non solet esse diu.

Die Handschriften *semel ire memento*; dass dies nicht stehen könne,

hat Lachmann gezeigt, und *semel ire timeto* (d. i. *vel semel*) vermuthet. Aber mit Recht ist eingewendet worden (Bährens Miscell. crit. p. 92), dass der Gedanke nicht dies, sondern eine Warnung verlange, nicht durch eigene Ruhmredigkeit das Glück dem Neide preiszugeben. Allein Bährens' eigenen Vorschlag *semel ire negato* empfiehlt weder Leichtigkeit der Änderung noch treffende Form des Gedankens. Ich halte *memento*, das echte Wort der Warnung (Ov. Rem. 217; Am. 1, 12, 5), für unversehrt und schreibe mit Änderung eines Buchstabens *Quamvis te persaepe vocet, sepelire memento:* 'so oft sie dich auch laden mag, sei eingedenk, es bei dir zu vergraben.' Die Metapher scheint nicht zu kühn und ist nicht ohne Analogien: nicht ganz gleich aber doch vergleichbar sagt Propertius 3, 15, 9 *Cuncta tuus sepelivit amor*; und Dido Her. 7, 90

His tamen officiis utinam contenta fuissem,
Et mihi concubitus fama sepulta foret;

und, den Tropus erläuternd, Plautus Cistellaria 1, 1, 64

G. Indidem unde oritur facito ut facias stultitiam sepelibilem.
S. Quid faciam? G. In latebras abscondas pectore penitissumo.
Tuam stultitiam sola facito ut scias sine aliis arbitris.

4, 5, 58 Aurum spectato, non quae manus adferat aurum:
Versibus auditis quid nisi verba feres?
55 'Quid iuvat ornato procedere, vita, capillo
Et tenues Coa veste movere sinus?'
Qui versus, Coae dederit nec munera vestis,
Istius tibi sit surda sine AURE lyra.

Hr. Bährens hat mit seinen Handschriften *surda sine arte* ediert, was Lachmann widerlegt hatte. Lachmann selbst mit der Wolfenbütteler und Groninger *surda sine aere*, das er mit dem Ovidischen Verse *si nihil attuleris ibis Homere foras* erläutert. Allein diesen Gedanken, individuell gefärbt, enthält der Hexameter, und die Wiederholung desselben ist wenig gefällig. Das erregt Misstrauen gegen das an sich hübsch geformte *sine aere*. Ich habe *aure* versucht: die Leier, die kein Ohr findet, ist *surda sine aure*, eine Doppelbezeichnung desselben Begriffes (denn *sine aure* drückt negativ aus, was *surda* enthält), dergleichen den Dichtern, und nicht bloss den Dichtern, beliebt war (s. praef. Senecae Dialogi. ed. Koch. p. x). Ist die Vermuthung richtig, so behauptet die Wolfenbütteler Handschrift auch hier ihren Vorzug, da *sine aere* dem ursprünglichen näher bleibt, *sine arte* der übrigen Correctur zu verrathen scheint.

Darin aber trete ich Hrn. Bährens bei, dass das Distichon *Quid iuvat, Et tenues,* welches Scaliger beseitigt hatte und von dem ich bisher mit den Meisten (s. Lachmann S. 262) geglaubt habe, dass es aus 1, 2, 1 fg. als Parallele zu *Coae vestis* beigeschrieben sei, nicht fehlen dürfe: die Iena citiert den Anfang eines Properzischen Gedichts als Beispiel eines dieser werthlosen Lieder, und hätte kein geschickteres wählen können. Das Citat, in dem folgenden Vers wieder aufgenommen, ist fest in den Zusammenhang gefügt und der Gedanke an Zufall ausgeschlossen. Dieses einzige Selbstcitat bei Propertius, das einen feinen Zug enthält, möchte ich daher dem Gedichte nicht entzogen sehen.

2, 32, 54 Hic mos Saturno regna tenente fuit,
Et cum Deucalionis aquae fluxere per orbem,
Et post antiquas Deucalionis aquas.
55 Dic mihi quis potuit lectum servare pudicum,
Quae dea cum solo vivere sola deo?

Der Vers 55 *Dic mihi*, der nicht verbindungslos sich anschliessen darf, verlangt eine Zeitbestimmung, welche ältere Kritiker dem V. 53 abzugewinnen suchten, indem sie *Sed cum* oder *At cum Deucalionis* schrieben. Aber den so entstehenden Gedanken *cum Deucalionis aquae fluerent per orbem neminem lectum servasse pudicum* tadelt Lachmann mit Grund. Dagegen gewährt uns der folgende Vers mit seinem *post D. aquas* das 'seit wann', das wir suchen, und ist demnach hier *At* für *et* zu setzen und so zu interpungieren:

Hic mos Saturno regna tenente fuit
Et cum Deucalionis aquae fluxere per orbem.
At post antiquas Deucalionis aquas,
55 Dic mihi, quis potuit lectum servare pudicum.

Dass mit dem Pentameter der neue gegensätzliche Gedanke anhebt und im Hexameter fortgesetzt wird, wie hier und V. 52, hat auch sonst Beispiele bei Propertius, 2, 22, 4; 2, 33, 18; 4, 1, 48.

2, 26, 49 Neptunus fratri par in amore Iovi.
Testis Amymone, latices cum ferret, in Argis
Compressa, et Lernae pulsa tridente palus.
Nam deus amplexu votum persolvit: at illi
50 Aurea divinas urna profudit aquas.

Die Handschriften *iam*, das Niemand verdächtigt, aber auch Niemand erklärt hat: mir schien die Partikel so bedeutungslos, dagegen das erläuternde *nam* so sehr am Platz, dass ich kein Be-

denken getragen habe, dieses an Stelle jenes zu setzen, und eine Satzfügung herzustellen, wie 3, 12, 21; 3, 7, 7 und sonst. *At* aber, wofür Lachmann *et* begehrt hatte, habe ich nicht nur hier mit Haupt beibehalten, sondern dasselbe *at* noch an zwei weiteren Stellen mit der Wolfenbütteler Handschrift restituiert:

2, 29, 11 Hic alter iubet in medium propellere: at alter
'Intereat qui nos non putat esse deos.'

3, 3, 36 Haec hederas legit in thyrsos, haec carmina nervis
Aptat, at illa manu texit utraque rosam.

Ähnlich steht die Partikel 4, 4, 15

Hinc Tarpeia deae fontem libavit: at illi
Urgebat medium fictilis urna caput.

und 4, 7, 11

Spirantisque animos et vocem misit: at illi
Pollicibus fragiles increpuere manus.

Vergleiche 1, 20, 23 u. 49; 3, 11, 62; 4, 7, 37; und über den analogen Gebrauch bei Tibull Monatsber. 1878. S. 346.

Zu diesen in den Text aufgenommenen Berichtigungen füge ich, anderes für anderen Zusammenhang aufhebend, hinzu 2, 32, 35

Ipsa Venus, quamvis corrupta libidine Martis,
Nec minus in caelo semper honesta fuit,
Quamvis Ida parī pastorem dicat amasse
Atque inter pecudes accubuisse deam.
Hoc et hamadryadum spectavit turba sororum
Silenique senes et pater ipse chori.

So die Handschriften: nur dass an Stelle des ersten *quamvis* (33) in der Wolfenbütteler *fertur* steht. Dies zu rechtfertigen trage ich Bedenken, bin vielmehr der Meinung, dass hier ein Beispiel des kühneren Gebrauchs der figura ἀπὸ κοινοῦ vorliege, welchen Haupt (Opp. 2, 60) im Propertius nachgewiesen hat, und das der Wolfenbütteler Handschrift allein eigene *fertur* demnach als eine durch Verkennung dieses Satzbaus veranlasste Neuerung zu betrachten sei. Dass V. 35 *Parim* nicht richtig sein könne, hat gleichfalls Haupt überzeugend nachgewiesen. Aber seine Vermuthung *quamvis Ida palam pastorem dicat amasse* greift dem Gedanken vor, den die V. 37. 38 selbständig ausführen, wie Bährens bemerkt hat: ich füge hinzu, dass *palam* das Gewicht, welches *pastorem* haben soll, eher beeinträchtigt als hebt: denn dass die Göttin einen Hirten geliebt und unter Heerden ihm beigewohnt, das ist es, was der Ida erzählt. Aus diesem Grunde

werden sowohl andere ältere Vorschläge als auch der neueste v
Bährens *suum pastorem* hinfällig: denn auch dies ist eine Schwäch
des Gedankens. Ich vermuthe, die ursprüngliche Schreibung sei
gewesen, welcher die Wolfenbütteler Handschrift mit *parī* am nä
sten geblieben, und Propertius habe geschrieben,

Nec minus in caelo semper honesta fuit,
Quamvis Ida PRIUS pastorem dicat amasse
Atque inter pecudes accubuisse deam.

prius im Sinne von *olim*, wie *ante* 1, 8, 36 *quas Elis opes ante*
rarat equis; was sich gut mit der Naivität des Ausdrucks vertr
dass der Ida selbst zum Zeugen gemacht wird: 'Venus war im
im Himmel geehrt, obwohl der Ida erzählt (noch jetzt erzählt),
habe einst einen Hirten geliebt', dies in der Weise wie Catull
phaselus erzählen lässt, und anderes, was Meineke zu Theocrit l
erwähnt. Die geläufige Abbreviatur, *pri'* für *prius*, hat auch s
bei Propertius Irrungen veranlasst, und hatte man *pri* vor sich,
lag der Gedanke an *Parim* nicht weit.

3.

Von grösseren Schäden, an welchen die Überlieferung
Propertius wirklich oder vermeintlich leidet, Versumstellung
Lücken, interpolierten Versen, will ich hier nur die ersten berühr
über welche ich im Allgemeinen die Ansicht theile, welche H
(Opp. 3, S. 36) ausgesprochen, dass im Propertius nur in weni
Fällen ein oder ein paar Distichen über einige Verse hinweg
rücken seien.

Die Umsetzung eines Distichons ist mir nothwendig erschienen
2, 9. Der Cynthia ihre Treulosigkeit vorzuhalten, bedient sich d
Dichter eines doppelten Beispiels, zuerst der Penelope

Penelope poterat bis denos salva per annos
Vivere, tam multis femina digna procis:
Coniugium falsa poterat differre Minerva,
Nocturno solvens texta diurna dolo:
Visura et quamvis numquam speraret Ulixen,
Illum expectando facta remansit anus.

Dann der Briseis:

Nec non exanimem amplectens Briseis Achillem
Candida vesana verberat ora manu,
Et dominum lavit maerens captiva cruentum,

Appositum flavis in Simoenta vadis,
Foedavitque comas, et tanti corpus Achilli
Maximaque in parva sustulit ossa manu,
Cum tibi nec Peleus aderat nec caerula mater
Scyria nec viduo Deidamia toro.

In dieser überlieferten Abfolge der Verse scheint Zusammenhängendes von einander getrennt und dagegen verbunden zu werden, was nicht zusammengehört, denn *candida vesana verberat ora manu* V. 10 und *foedavitque comas* V. 13, beides die üblichen Zeichen der Trauer (Ov. Trist. 3, 3, 51; Tib. 1, 1, 68), gehören zu Einer Vorstellung, die durch das Zwischengeschobene getrübt wird; ebenso zu Einer *dominum lavit* V. 11 und *corpus Achilli sustulit* V. 14, welches letztere bedeutungslos wird, wenn es nicht als Vorbereitung verstanden wird zur Waschung des Leichnams. Bringt man, diese augenfälligen Anstösse zu beseitigen, die beiden Disticha 11. 12 u. 13. 14 in die umgekehrte Abfolge, so ergiebt sich die natürliche Ordnung in der Darstellung der Situation, und wir gewinnen überdies den kleinen Vortheil, dass die Wiederaufnahme des Subjects *maerens captiva* V. 11, weil jetzt näher gerückt dem Gegensatz *Cum tibi nec Peleus aderat* V. 15, der Absicht des Dichters besser als an ihrer Stelle entspricht.

exanimem amplectens Briseis Achillem
10 Candida vesana verberat ora manu
13 Foedavitque comas, et tanti corpus Achilli
14 Maximaque in parva sustulit ossa manu
11 Et dominum lavit maerens captiva cruentum,
12 Appositum flavis in Simoenta vadis,
15 Cum tibi nec Peleus aderat —

Dass auf diese Weise *Achillem* — *Achilli* in den Ausgängen der Hexameter einander näher gerückt sind, wird bei dem Gewicht, das der Name beansprucht, keinen Anstoss bereiten (vgl. Tibull 1, 7, 27. 29). Aber auch dass zwei auf einander folgende Distichen mit bedeutungslosem *manu* schliessen, beeinträchtigt die Wahrscheinlichkeit der Umstellung nicht, sondern gereicht ihr zum Vortheil. Hierfür will ich mich zwar nicht berufen auf 1, 8, 24. 26 und 42. 44, wo die zwei auf einander folgende Distichen mit *mea est* endigen, oder auf 4, 9, 16. 18

et Alcides sic ait 'ite *boves*,
Herculis ite boves, nostrae labor ultime clavae,
Bis mihi quaesitae, bis mea praeda, *boves*,

da in beiden Fällen der stilistische Zweck der Wiederholung ersichtlich ist, wohl aber auf 2, 15, 24. 26

Nox tibi longa venit, nec reditura *dies*.
Atque utinam haerentes sic nos vincire catena
Velles, ut numquam solveret ulla *dies*,

trotzdem diese Wiederholung Lachmann (S. 153. 155 vgl. 271) missfiel, der sie nebst anderen Gründen benutzt, um eine Vermuthung zu stützen, die sich nicht bewährt hat, und ferner auf 3, 10, 16. 18

Dein, qua primum oculos cepisti veste Properti,
Indue, nec vacuum flore relinque *caput*:
Et pete, qua polles, ut sit tibi forma perennis
Inque meum semper stent tua regna *caput*,

wo Lachmann selbst die Wiederholung gegen andere in Schutz nimmt, die er an jener Stelle nicht erträglich fand. Und wenn hier in Folge der Wiederkehr desselben Wortes die V. 17. 18 in der Wolfenbütteler Handschrift ausgefallen sind, so haben wir darin ein willkommenes Zeichen, welcher Anlass in unserem Gedicht die Umkehr der ursprünglichen Reihenfolge der Verse herbeigeführt habe. Und gleichen Hergang dürften wir 3, 20, 10 annehmen,

Fortunata domus, modo sit tibi fidus amicus.
10 Fidus ero: in nostros curre, puella, *toros*.
13 Nox mihi prima venit. primae date tempora noctis:
14 Longius in primo, Luna, morare *toro*:
11 Tu quoque, qui aestivos spatiosius exigis ignes,
12 Phoebe, moraturae contrahe lucis iter,

wenn es nur sicherer wäre, dass die beiden auf *toros*, *toro* ausgehenden Distichen ursprünglich in dieser Ordnung gestanden haben und das eine Gedicht in zwei zu zerlegen sei. Ähnliche Irrungen aus ähnlichem Grunde sind Tibull 4, 4, 16—22 und Ovid Amor. I 13, 10—14 in den Handschriften dieser Dichter entstanden.

Ebenso scheint, wenn auch nicht aus gleich ersichtlichem Anlass, 3, 8 ein Distichon von seinem Platze gerückt zu sein. Propert ist mit Cynthia beim Gelage in heftigen Wortwechsel gerathen aber er freut sich der Entladung ihres Zorns:

Nimirum veri dantur mihi signa caloris:
10 Nam sine amore gravi femina nulla dolet.
Quae mulier rabida iactat convicia lingua,
Et Veneris magnae volvitur ante pedes,
Custodum gregibus circa seu stipat euntem,

Seu sequitur medias, Maenas ut icta, vias,
Seu timidam crebro dementia somnia terrent,
Seu miseram in tabula picta puella movet,
His ego tormentis sum verus aruspex,
Has didici certo saepe in amore notas.
Non est certa fides, quam non in iurgia vertas.
Hostibus eveniat lenta puella meis.

Die drei Distichen 11—16 bilden nicht eine gleichartige Reihe, obwohl die grammatische Form dies zulässt oder zu verlangen scheint, sondern, während die beiden ersten einen Effect bezeichnen, enthält das dritte, wenn ich recht verstehe, ein Motiv, das solchen Effect herbeiführen könnte. Es ist schwer zu glauben, Propertius habe seinem Gedanken einen so wenig concinnen Ausdruck gegeben, dass die Wirkung anschaulich in zwei Distichen ausgeführt, der Anlass mit zwei Versen (15. 16) abgethan und nur dieser Anlass erwähnt werde. Die Vermuthung, dass die Absicht des Dichters eine andere gewesen und nur durch zufällige Verderbniss der Überlieferung gestört und verdunkelt worden, steigert sich zur Wahrscheinlichkeit, je bestimmter Sitz und Art der Verderbniss aus näherer Betrachtung der drei Distichen sich zu ergeben scheint. Die Distichen 13. 14 und 15. 16 schliessen sich fest an einander und enthalten angemessenen Gedanken: 'wenn sie den Ausgehenden mit Wächtern umstellt oder wie eine rasende Bacchantin ihm nachsetzt auf die Strasse, sei es dass sinnlose Träume sie schrecken oder das Bild eines Mädchens sie in Unruhe versetzt.' Das ist Wirkung und Grund in zweckmässiger Verbindung. Das erste Verspaar aber 11. 12 'ein Weib das mit rasender Zunge Scheltworte ausstösst oder vor Venus' Füssen sich wälzt' zeichnet ein Gebahren, dessen Anlass wir nicht sehen. Hier also wird ein Distichon vermisst, dessen Wiederherstellung diesem Gedanken die fehlende Hälfte und dem Ganzen das gestörte Gleichgewicht der Ausführung wiedergewinnen würde. Lesen wir nun weiter, wie Propertius den Gedanken *Non est certa fides, quam non in iurgia vertas* ausführt und auf seine eigenen Wünsche anwendet:

Inmorso aequales videant mea vulnera collo:
Me doceat livor mecum habuisse meam.
Aut in amore dolere volo aut audire dolentem,
Sive meas lacrimas sive videre tuas.
Tecta superciliis si quando verba remittis,

Aut tua cum digitis scripta silenda notas.
Odi ego cum numquam pungunt suspiria somnos:
Semper in irata pallidus esse velim,

so stossen wir von Neuem an bei V. 25. 26, welche hier zwischen eng zusammengehörige Verse einen fremdartigen Gedanken einzwängen, der Art, dass jeder Versuch einer Erklärung misslingen muss. Und darüber sind verständige Kritiker Einer Meinung: einige haben, dem unleugbaren Anstoss zu begegnen, vor V. 25 den Verlust einiger Verse angenommen: mit wenig Wahrscheinlichkeit, weil ohne das Distichon 25. 26 alles in geschlossenem Zusammenhang fliesst und nichts vermisst wird, sondern nur etwas zu viel ist. Mit mehr Schein wollte Lachmann die beiden Verse selbst von hier ausgeschieden wissen als eine aus einem anderen, nicht mehr erhaltenen, Gedicht des Propertius (denn für echt hielt er sie) beigeschriebene Parallele, und zwar beigeschrieben zu V. 13—18. Das führt uns, wenn nicht alles trügt, auf den richtigen Weg. Denn in der That enthalten die beiden Verse, was wir suchten, Bezeichnung eines Anlasses zu einem Zornausbruch der Geliebten, wie ihn die V. 11. 12 schildern. Setzen wir dies Distichon daher in die dort geöffnete Lücke ein, so ist beiden Stellen geholfen, an der einen nichts zu wenig, an der andern nichts zu viel.

11 Quae mulier rabida iactat convicia lingua,
12 Et Veneris magnae volvitur ante pedes,
25 Tecta superciliis si quando verba remittis,
26 Aut tua cum digitis scripta silenda notas;
13 Custodum gregibus circa TE stipat euntem
Seu sequitur medias, Maenas ut icta, vias,
15 Seu timidam crebro dementia somnia terrent,
Seu miseram in tabula picta puella movet:
His ego tormentis animi sum verus aruspex,
Has didici certo saepe in amore notas.

In V. 13 haben die Handschriften *circa se*, wofür Lachmann *te* geschrieben; jetzt werden wir mit mehr Wahrscheinlichkeit *te* setzen, so dass der Satz *custodum gregibus te stipat seu sequitur* an den relativischen Eingang *quae mulier* asyndetisch sich anschliesst, und *quae mulier te stipat seu sequitur* ist nicht zu tadeln, weil *quae* selbst einem *si qua* gleich ist.

21. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. A. W. Hofmann gab:

Beiträge zur Kenntniss des Coniins.

In der glatten Loslösung der Kohlenwasserstoffgruppe vom Stickstoffe des Piperidins, welche bei der erschöpfenden Behandlung dieser Base mit Jodmethyl erfolgt, lag eine Aufforderung, auch andere Basen mit Hülfe dieses Verfahrens, welches man ein Verdrängungsverfahren nennen könnte, zu prüfen.

Zunächst mögen hier einige Mittheilungen über das Coniin Platz finden, welches, wie aus den folgenden Darlegungen erhellt, mehr noch als man bisher anzunehmen geneigt war, was sowohl die Eigenschaft als die Zusammensetzung angeht, an das Piperidin sich anschliesst.

Die von Giesecke im *conium maculatum* entdeckte, später von Geiger näher untersuchte Pflanzenbase ist bereits vielfach Gegenstand der chemischen Forschung gewesen. Ortigosa [1]) hat für dieselbe die Formel

$$C_8H_{16}N$$

aufgestellt. Blyth [2]) ist bei seiner sehr eingehenden Untersuchung des Coniins zu einer Formel gelangt, welche neben 17 Atomen Wasserstoff 17 Atome Kohlenstoff (C = 6) enthält, sich daher in unserer heutigen Schreibweise gar nicht wiedergeben lässt. Gerhardt [3]) mit dem ihm eigenen Scharfblick verwarf die eine wie die andere Formel und entschied sich für den Ausdruck:

$$C_8H_{15}N,$$

welcher auch von v. Planta und Kekulé [4]) bei ihren Untersuchungen adoptirt worden und seitdem in alle Lehrbücher übergegangen ist.

Was die Constitution des Coniins anlangt, so hatte ich [5]) schon

[1]) Ortigosa, Ann. Chem. Pharm. XLII, 313.

[2]) Blyth, Ann. Chem. Pharm. LXX, 73.

[3]) Gerhardt, Laur. u. Gerh. C. R. 1849, 373.

[4]) v. Planta u. Kekulé, Ann. Chem. Pharm. LXXXIX, 129.

[5]) Hofmann, Ann. Chem. Pharm. LXXX, 346.

in meiner ersten Arbeit über die Einwirkung der Alkylhalogenide auf die Ammoniake die Beobachtung mitgetheilt, dass sich Coniin und Nicotin mit Jodäthyl zu krystallisirbaren Verbindungen einigen. Bei der genaueren Untersuchung der Coniinverbindung wurden die beiden oben genannten Forscher zu der Ansicht geführt, dass in dem Coniin eine secundäre Base von der Formel

$$(C_8H_{14})^{II}HN$$

vorliege.

Die abweichenden analytischen Ergebnisse, zu welchen Ortigosa und Blyth gelangt waren, glaubten v. Planta und Kekulé durch die Annahme erklären zu dürfen, dass in dem rohen Coniin eine ganze Reihe homologer Basen, jedenfalls die Glieder

$$C_7H_{13}N\ ,\ C_8H_{15}N \text{ und } C_9H_{17}N$$

enthalten sei, und eine Stütze für diese Annahme in der Beobachtung zu finden, dass sie bei dem Studium der Einwirkung des Jodäthyls auf das Rohconiin zwei verschiedenen Ammoniumjodiden begegnet waren, von denen das eine sich von dem Coniin selbst, das andere von einem dem Coniin beigemischten Methylconiin ableiten lässt.

Die Formel $C_8H_{15}N$ hat auch bei allen Anläufen zur Synthese des Coniins den Chemikern vor Augen geschwebt. Bekanntlich hat Hugo Schiff [1]) vor einiger Zeit ein Ammoniakderivat des Butylaldehyds von dieser Formel dargestellt, welches, da seine Eigenschaften die grösste Ähnlichkeit mit denen des Coniins zeigten, einen Augenblick für Coniin gehalten wurde, bis sich bei eingehenderer Untersuchung ergab, dass diese Base ein tertiäres Amin ist, während die secundäre Natur des Coniins nicht bezweifelt werden kann. Die aus dem Butylaldehyd gewonnene Base, welche man gleichwohl immer noch als eine mit dem Coniin isomere betrachten musste, hat seitdem den Namen Paraconiin erhalten. Und als der Verfasser [2]) noch jüngst erst, gelegentlich einiger Versuche über das Crotonylamin, darauf aufmerksam machte, dass die secundäre Base Dicrotonylamin die Zusammensetzung des Coniins habe,

$$(C_4H_7)_2HN = C_8H_{15}N\ ,$$

stützte sich diese Auffassung ebenfalls auf die allgemein angenommene Formel der Schierlingsbase.

---

[1]) Schiff, Berichte der chem. Gesellsch. III, 946 u. V, 43.

[2]) Hofmann, Monatsberichte 1879, 391.

Die im Nachfolgenden näher zu beschreibenden Versuche haben aber zu der Überzeugung geführt, dass die bisher angenommene Formel des Coniins eine irrige ist. Diese Base enthält 2 Atome Wasserstoff mehr, als man bisher geglaubt hat, und findet daher in der Formel

$$C_8H_{17}N = (C_8H_{16})^{II}HN$$

ihren Ausdruck.

Überblickt man die analytischen Ergebnisse der Untersuchung des Coniins, zumal die von Blyth bei der Analyse der Base selbst erhaltenen Werthe, so ist der höhere Wasserstoffgehalt bereits entschieden angezeigt. Wenn man bisweilen einen niedrigeren Wasserstoffgehalt gefunden hat, als der neuen Formel entspricht, so mag dies theilweise durch den Umstand bedingt sein, dass das Wasser selbst wasserstoffärmer als das Coniin ist. Ein Gehalt an Wasser, dessen letzte Antheile nur schwierig entfernt werden können, musste daher den Wasserstoffgehalt niedriger erscheinen lassen, als er ist. Ausserdem zieht das Coniin sehr leicht Kohlensäure an, so dass auch in dieser Eigenschaft eine Fehlerquelle für die Analyse liegt. Auch das Platinsalz ist wegen seiner ausserordentlichen Löslichkeit nur wenig für die Untersuchung geeignet. Daher zeigen denn auch die Analysen sowohl der Base selbst als des Platinsalzes recht erhebliche Abweichungen. Dagegen schien die Untersuchung des chlor- und bromwasserstoffsauren Coniins grössere Aussicht auf Erfolg zu bieten. Das

Coniin, welches für die im Folgenden beschriebenen Versuche gedient hat, stammte aus dem Merck'schen Laboratorium in Darmstadt; es war eine völlig einheitliche Substanz, welche nach dem sorgfältigen Entwässern zunächst durch Kalihydrat, dann durch Natrium bei nahezu der Siedetemperatur, constant zwischen 167° und 169° siedete; es wurden beiläufig 30 bis 40 g zu diesem Versuche verwendet. Niedriger oder höher siedende Homologe, wie sie v. Planta und Kekulé in dem von ihnen untersuchten, übrigens aus derselben Quelle stammenden, Präparate annahmen, waren in dieser Flüssigkeit nicht vorhanden. Auf eine an Herrn Dr. Wilh. Merck, den heutigen Chef des Hauses, gerichtete Anfrage, ob bei der Darstellung der Schierlingsbase vielleicht niedriger oder höher siedende Basen aus der Rohbase durch Destillation abgeschieden würden, erhielt ich die Antwort, dass in den Werkstätten der Fabrik eine derartige Scheidung nicht bewerkstelligt werde,

dass das im Handel vorkommende Product vielmehr die einzig Base sei, welche mittelst des dort eingehaltenen Verfahrens aus dem Schierling gewonnen wird.

Chlorwasserstoffsaures Coniin wird leicht erhalten, wenn man Coniin in wasserfreiem Äther löst und diese Lösung mit trockne Salzsäure behandelt. Augenblicklich scheidet sich das Salz als eine blendendweisse Krystallmasse aus, welche man nur abzufil triren hat. Das chlorwasserstoffsaure Coniin ist in Wasser un Alkohol ausserordentlich löslich, allein es zeigt nicht die geringst hygroskopische Beschaffenheit. Für die Analyse wurde es bei 100° getrocknet. Den Formeln

$$C_8H_{15}N.HCl \quad \text{und} \quad C_8H_{17}N.HCl$$

entsprechen folgende Werthe:

		Theorie				Versuch	
C_8	96	59.44	C_8	96	58.72	58.76	—
H_{16}	16	9.90	H_{18}	18	11.01	10.96	—
N	14	8.68	N	14	8.57	—	—
Cl	35.5	21.98	Cl	35.5	21.70	—	21.48
	161.5	100.00		163.5	100.00		

Bromwasserstoffsaures Coniin. Von diesem Salze gilt was von dem entsprechenden Chlorhydrat gesagt worden. Man erhält es auch und zwar sehr rein, — allerdings mit einem kleinen Opfer an Coniin — indem man Brom tropfenweise zu einer ätherischen Coniinlösung setzt, so lange dieselbe entfärbt wird. Es entsteht ein in Äther lösliches Substitutionsproduct, während sich gleichzeitig das Bromhydrat ausscheidet. Auch dieses Salz kann ohne Zersetzung bei 100° getrocknet werden. Die Formeln

$$C_8H_{15}N.HBr \quad \text{und} \quad C_8H_{17}N.HBr$$

verlangen folgende Werthe

		Theorie				Versuch		
C_8	96	46.40	C_8	96	46.15	46.30	—	—
H_{16}	16	7.76	H_{18}	18	8.65	8.68	—	—
N	14	6.80	N	14	6.74	—	—	—
Br	80	38.84	Br	80	38.46	—	38.46	38.01
	206	100.00		208	100.00			

Die vorstehenden analytischen Zahlen, zumal die Wasserstoffbestimmungen sprechen unzweideutig für die Formel mit 17 Atomen Wasserstoff; allein das Ergebniss der im Folgenden beschriebenen Versuche scheint mir indirecte Beweise für dieselbe beizubringen, welche vielleicht noch schwerer ins Gewicht fallen.

Einwirkung des Jodmethyls auf das Coniin.

Dimethylconylammoniumjodid. Ich kann mich bei der Darlegung des Verhaltens des Coniins zum Jodmethyl kurz fassen, da es demjenigen des Piperidins vollkommen ähnlich ist. Man hat sich nicht dabei aufgehalten, das Methylconiin zu isoliren, sondern ist alsbald auf das von der Theorie angedeutete Jodid des Dimethylconylammoniums losgesteuert. Es bildet sich unter lebhafter Reaction neben den jodwasserstoffsauren Salzen des Coniins und Methylconiins.

$$3(C_8H_{16})^{II}HN + 3CH_3I$$
$$= (C_8H_{16})^{II}(CH_3)_2NI + (C_8H_{16})^{II}CH_3N.HI + (C_8H_{16})^{II}HN.HI\,.$$

Aus absolutem Alkohol wird das Jodid in sehr schönen luftbeständigen Krystallen erhalten, welche sich bei 100° ohne Zersetzung trocknen lassen. Der Formel

$$(C_8H_{16})^{II}(CH_3)_2NI = C_{10}H_{22}NI$$

entspricht folgende Zusammensetzung:

	Theorie		Versuch		
C_{10}	120	42.40	42.23	—	—
H_{22}	22	7.77	7.97	—	—
N	15	4.95	—	—	—
I	127	44.88	—	44.49	44.60
	183	100.00			

Das Jodid zeigt die bekannten Eigenschaften der völlig substituirten Ammoniumjodide. Das durch Entjodung mit Silberoxyd erhaltene Hydroxyd liefert bei der Destillation — dem Verhalten der entsprechenden Piperidinverbindung analog — weder Methylalkohol noch einen Kohlenwasserstoff, sondern eine flüchtige, eigenthümlich, kaum mehr nach Coniin riechende Base, welche, ent-

wässert, constant bei 182° siedet und sich bei der Analyse, wie dies nicht anders zu erwarten war, als

Dimethylconiin erwies. Die Zusammensetzung wurde durch die Analyse eines schwer löslichen, in schönen Nadeln krystallisirenden Platinsalzes festgestellt, welches im Wasserbade zu einer tief orangerothen Flüssigkeit schmolz, ohne aber hierbei eine Zersetzung zu erleiden. Der Formel

$$2[(C_8H_{15}CH_3)^{II}CH_2N.HCl]PtCl_4$$

entsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch			
C_{20}	240	33.24	33.20	—	—	—
H_{44}	44	6.09	6.10	—	—	—
N_2	28	3.88	—	—	—	—
Pt	197	27.29	—	27.26	27.16	27.19
Cl_6	213	29.50	—	—	—	—
	722	100.00				

Die Zerlegung des Hydroxyds des Dimethylconylammoniums durch die Wärme ist also derjenigen der entsprechenden Piperidinverbindung vollkommen analog; es bildet sich Wasser und Dimethylconiin

$$(C_8H_{16})^{II}(CH_3)_2NOH = (C_8H_{15}CH_3)^{II}CH_2N + H_2O .$$

Die Spaltung des Jodids kann auch durch Natronhydrat bewerkstelligt werden. Wenn wir in der eben angeführten Formel des Dimethylconiins die zweite Methylgruppe in dem bivalenten Atomcomplex C_8H_{16} figuriren lassen, so liegt dieser Auffassung die wahrscheinliche Annahme zu Grunde, dass man in dieser Verbindung ein vollkommenes Analogon des Dimethylpiperidins vor sich hat.

Bei Behandlung des Dimethylconiins mit Jodmethyl entsteht das *Trimethylconylammoniumjodid.* Die Einwirkung ist immer noch heftig genug; beim Erkalten gesteht die anfangs flüssige Verbindung zu einer starren weissen Masse

$$(C_8H_{15}CH_3)^{II}CH_2N + CH_3I = (C_8H_{15}CH_3)^{II}(CH_3)_2NI .$$

Das Salz ist in Wasser und selbst in absolutem Alkohol ausserordentlich löslich. Durch Äther wird es aus dieser Lösung

ieder als Öl gefällt, welches nur langsam erstarrt und beim Erärmen auf 100° wieder schmilzt. Es schien daher zweckmässig, le Zusammensetzung des Jodids durch die Analyse des entsprehenden Platinsalzes festzustellen. Zu dem Ende wurde das Jodid ittelst Chlorsilbers in das Chlorid umgewandelt und letzteres mit latinchlorid gefällt. Dieses Salz ist in Wasser schwer löslich, was leichter löslich in Weingeist; es wird am schönsten durch illung der heissen, verdünnten weingeistigen Lösung des Chlois gewonnen; beim Erkalten setzen sich glänzende Blättchen ab, elche bei 100°, ohne zu schmelzen, getrocknet werden können. em Salze

$$2[(C_8H_{15}CH_2)''(CH_3)_2NCl]PtCl_4$$

ntsprechen folgende Werthe:

	Theorie		Versuch		
C_{22}	264	35.20	35.04	—	—
H_{48}	48	6.40	6.49	—	—
N_2	28	3.73	—	—	—
Pt	197	26.27	—	26.15	26.21
Cl_6	213	28.40	—	—	—
	750	100.00			

Im Hinblick auf die in der Piperidinreihe beobachteten Erheinungen konnte die Spaltung des dem beschriebenen Jodide ntsprechenden Hydroxyds nicht mehr zweifelhaft sein. Man durfte Zuversicht erwarten, dass sich einerseits Dimethylconiin und thylalkohol, andererseits Trimethylamin und ein Kohlenwasserff C_8H_{14}, Conylen, bilden werde:

$$(C_8H_{15}CH_2)''(CH_3)_2NOH = (C_8H_{15}CH_2)''CH_3N + CH_3OH$$
$$(C_8H_{15}CH_2)''(CH_3)_2NOH = (CH_3)_3N + C_8H_{14} + H_2O.$$

Diese Erwartung ist denn auch nicht getäuscht worden. Was e Untersuchung des Destillationsproductes und die Scheidung iner einzelnen Componenten anlangt, so darf auf das, was in der ittheilung [1]) über das Piperidin gesagt worden ist, verwiesen rden. Hier werde nur noch erwähnt, dass sowohl das in dem

[1]) Monatsberichte 1881, 288.

ersten Processe zurückgebildete Dimethylconiin als auch das in dem zweiten erzeugte Trimethylamin durch Zahlen identificirt worden sind. Für die oben (S. 368) bei der Analyse des Dimethylconiins angeführte dritte Platinbestimmung war das Dimethylconiin durch Destillation der trimethylirten Ammoniumbase gewonnen worden. Das gleichzeitig auftretende Trimethylamin lieferte das schöne Platinsalz, welches für diese Base charakteristisch ist. Es enthielt 37.00 pCt. Platin, während die Theorie 37.17 pCt. verlangt.

Conylen. Ein besonderes Interesse beansprucht der in der Reaction auftretende Kohlenwasserstoff. Er ist eine farblose durchsichtige Flüssigkeit von stark lichtbrechender Kraft und eigenthümlichem nicht unangenehmem Geruch. Sein Siedepunkt liegt bei 125°. Die Formel C_8H_{14} wurde durch die Gasvolumgewichtsbestimmung festgestellt. Der Versuch im Wasserdampfe gab 55.6; die Theorie verlangt $\frac{110}{2} = 55$.

Der Kohlenwasserstoff ist offenbar identisch mit dem von Wertheim[1]) entdeckten Conylen, und mit der Erkenntniss dieser Identität werden gleichzeitig einige bisher dunkel gebliebene Beziehungen klar gelegt, auf welche ich einen Augenblick näher eingehen muss, da die von mir angenommene wasserstoffreichere Formel für das Coniin durch diese Aufklärung eine neue Unterlage gewinnt.

Im Laufe seiner werthvollen Untersuchungen über das Coniin hat Th. Wertheim auch die Einwirkung der salpetrigen Säure auf die Schierlingsbase studirt und ein indifferentes Öl von sehr hohem Siedepunkt erhalten, welches sich bei der Analyse als nach der Formel

$$C_8H_{16}N_2O$$

zusammengesetzt erwies. Wäre die oben vorgeschlagene Coniinformel damals festgestellt gewesen, so würde Wertheim in dieser Verbindung unschwer ein Nitrosoderivat des Coniins

$$(C_8H_{16})^{II}HN \quad (C_8H_{16})^{II}NON$$

erkannt haben, den Nitrosokörpern im Allgemeinen und zumal dem Nitrosopiperidin entsprechend, welches, zuerst von Cahours[2])

[1]) Wertheim, Ann. Chem. Pharm. CXXIII, 157; CXXX, 269

[2]) Cahours, Ann. Chim. Phys. [3] XXXVIII, 83.

beobachtet, von Wertheim[1]) selber näher untersucht worden ist. Die alte Formel des Coniins verhüllt aber diese einfache Beziehung, und Wertheim glaubte das von ihm studirte Product von dem Conydrin[2]), einer in der Schierlingpflanze vorkommenden krystallisirenden Base, für welche er die Zusammensetzung $C_8H_{17}NO$[3]) fand, ableiten zu müssen, aus welchem es indessen niemals dargestellt worden ist. Wertheim musste hier eine Substitution von 1 Atom Stickstoff für 1 Atom Wasserstoff gelten lassen, daher denn auch der Name Azoconydrin, unter welchem die gedachte Verbindung in der Literatur figurirt. Durch die Einwirkung von wasserfreier Phosphorsäure auf das Azoconydrin erhielt Wertheim unter Stickstoffentwicklung einen Kohlenwasserstoff, den er Conylen nennt,

$$C_8H_{16}N_2O = N_2 + H_2O + C_8H_{14},$$

welcher in allen seinen Eigenschaften mit dem aus dem Hydroxyde des Trimethylconylammoniums gewonnenen übereinstimmt.

---

[1]) Wertheim, Ann. Chem. Pharm. CXXVII, 75.

[2]) Wertheim, Ann. Chem, Pharm. C, 328.

[3]) Die Veränderung der Coniinformel erheischt auch eine neue Untersuchung des Conydrins. Da sich aus diesem Körper durch die Einwirkung der wasserfreien Phosphorsäure Coniin bildet, so liegt der Gedanke nahe, dass auch in dieser Substanz 2 Atome Wasserstoff mehr vorhanden seien, als man bisher angenommen hat. Eine solche Annahme wird aber durch die bei der Analyse des Platinsalzes, der einzigen bis jetzt analysirten Verbindung, gefundenen Zahlen nicht begünstigt. Den beiden Formeln entsprechen folgende Werthe:

	$C_8H_{17}NO$	$C_8H_{19}NO$	Vers.
C	28.06	27.35	27.67
H	5.19	5.69	5.31
N	4.01	3.99	4.55
Pt	28.22	28.06	28.00

Sollte diese Substanz die Zusammensetzung $(C_8H_{16}O)^{II}NH$ haben und das aus ihr mittelst Phosphorsäureanhydrid gebildete Coniin nicht, wie Wertheim annimmt, durch Wasserabspaltung, sondern vielmehr in Folge eines complexeren Zersetzungsprocesses entstanden sein? Wertheim erhielt etwa 70 pCt. der Menge, welche unter der Voraussetzung einer einfachen Wasserentziehung hätten entstehen müssen. Oder sollte die aus dem Conydrin entstehende Base, obwohl dem Coniin sehr ähnlich, doch eine von demselben im Wasserstoffgehalte verschiedene sein? Diese Fragen können nur durch neue Versuche entschieden werden.

Das Conylen und zahlreiche Abkömmlinge desselben sind von Wertheim mit grosser Sorgfalt untersucht worden, seine Zusammensetzung kann nicht bezweifelt werden, und so ist denn in der Erzeugung desselben aus dem Coniin mittelst der von mir beschriebenen Reaction eine weitere Bürgschaft für die vorgeschlagene Coniinformel gegeben.

Noch verdient hervorgehoben zu werden, dass, durch diese neue Formel ausgedrückt, das Coniin als ein einfaches Homologon des Piperidins erscheint. Für eine solche Beziehung zwischen diesen Basen spricht auch das Verhalten beider gegen Jodmethyl, welches in der That nicht gleichartiger gedacht werden kann. Allerdings bleibt bei der gegenwärtigen Ausbildung unserer Kenntniss der Isomerieverhältnisse noch immer die Frage offen, ob sich nicht trotz der in der einfachen Beziehung der Moleculargewichte beider Substanzen und der Gleichartigkeit ihrer chemischen Functionen scharf ausgesprochenen Homologie, gleichwohl in der atomistischen Gliederung der bivalenten Gruppen C_5H_{10} und C_8H_{16} wesentliche Abweichungen geltend machen, welche nicht ausschliesslich durch die verschiedene Anzahl der sie zusammensetzenden Atome bedingt sind. Für das Vorhandensein solcher Abweichungen scheint in der That, auf den ersten Blick wenigstens, die ausserordentlich verschiedene physiologische Wirkung zu sprechen, welche von beiden Basen geübt wird. Das Coniin ist ein Gift von furchtbarer Heftigkeit, während an dem Piperidin bisher giftige Eigenschaften gar nicht aufgefallen sind. Aber die Annahme war nicht ausgeschlossen, dass die Wirkung beider Substanzen gleichwohl eine ähnliche sein möge, obwohl der Intensität nach wesentlich verschieden.

Auf meine Bitte hat mein Freund, Hr. Professor Hugo Kronecker, im hiesigen physiologischen Institut einige vergleichende Versuche über das toxicologische Verhalten des Piperidins und Coniins angestellt, über deren Ergebnisse er anderen Ortes berichten wird. Hier sei nur erwähnt, dass nach diesen Versuchen trotz der verschiedenen physiologischen Störungen, welche beide Basen hervorbringen, eine Gleichartigkeit in der Wirkungsweise doch auch wieder nicht zu verkennen ist. Beide Substanzen wirken auf das Nervensystem, beide wirken lähmend; sie unterscheiden sich aber, abgesehen von dem grossen Uebergewichte des Coniins betreffs seiner toxischen Intensität in charakteristischer Weise bezüglich

ihrer Angriffspunkte im Nervengebiete. Während das Coniin die motorischen Nervenenden lähmt (ähnlich dem Curare), setzt das Piperidin im Wesentlichen die sensible Sphäre ausser Thätigkeit (analog den Alkoholen und dem Chloroform). Es kann demnach in die Reihe der Anaesthetica gestellt werden, während das Coniin zu den Paralyticis gezählt wird.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Einwirkung der Wärme auf die Methylammoniumbasen des Piperidins und Coniins, welche ich der Akademie mitgetheilt habe, laden nach verschiedenen Richtungen hin zur Weiterforschung ein. Zunächst liegt die Aufgabe vor, von den aus dem Piperidin und Coniin abgeschiedenen Kohlenwasserstoffen — die man wohl auch auf andere Weise wird darstellen lernen — durch Ammoniakzufuhr wieder zu den genannten Basen zurückzugelangen:

$$\underset{\text{Piperylen}}{C_5H_8} + H_3N = \underset{\text{Piperidin}}{C_5H_{11}N}$$

$$\underset{\text{Conylen}}{C_8H_{14}} + H_3N = \underset{\text{Coniin}}{C_8H_{17}N}$$

Nachdem der Versuch zu einer einfachen Formulirung des Problems geführt hat, scheint die Lösung desselben um einen Schritt näher gerückt. Andererseits aber wirft sich die Frage auf, ob sich auf dem Wege der erschöpfenden Behandlung mit Jodmethyl, welcher für das Piperidin und Coniin zu immerhin erwünschten Aufschlüssen geführt hat, auch bei anderen complicirteren Stickstoffverbindungen, deren Natur noch verhüllt ist, eine einfache Abspaltung der Kohlenstoffgruppe von dem Stickstoff werde bewerkstelligen lassen. Ich habe bereits einige flüchtige Basen, zumal das Nicotin, das Pyridin und das Chinolin, in den Kreis meiner Forschung gezogen.

Schliesslich ist es mir ein besonderes Vergnügen, Hrn. Dr. C. Schotten, der mir bei dieser Untersuchung mit ebenso grossem Eifer als bewährtem Geschick und umfassender Sachkenntniss zur Seite gestanden hat, meinen besten Dank auszusprechen.

Der vorsitzende Klassensecretar legte folgende von dem correspondirenden Mitgliede Hrn. H. Burmeister aus Buenos Ayres eingesandte Mittheilung vor:

Bericht über ein Skelet von *Scelidotherium leptocephalum.*

Die Gattung *Scelidotherium*, zu den Gravigraden der Edentaten gehörig, wurde von Owen aufgestellt und nach dem von Darwin an der Punta Alta des Busens von Bahia Blanca in Patagonien gefundenen unvollständigen Skelet im ersten Bande der Voyage of the Beagle 1840 beschrieben. Leider fehlten dem Skelet die Füsse, auch der Schädel war so stark beschädigt, dass Owen später denselben nochmals (Philos. Transact. des Jahres 1857) vollständiger beschrieb und seine frühere Annahme verbesserte, insofern er den Schädel eines jüngeren Exemplars ehemals als eigene Gattung *Glossotherium* geschildert hatte. Seitdem ist wenig Neues über die Gattung hinzugefügt worden; man hielt sie ziemlich allgemein für einerlei mit Lund's Gattung *Platyonyx* und behandelte beide gemeinsam.

Im dritten, der Königl. Akademie neulich mitgetheilten Bande meiner Descript. phys. de la Rép. Argentine habe ich vor Kurzem eine vollständige Beschreibung des ganzen Skelets gegeben und darauf hingewiesen, dass die präsumirte Identität beider Gattungen nicht zu existiren scheine, weil die bisher unbekannten Füsse von *Scelidotherium* von den Darstellungen derselben Organe des *Platyonyx* durch Dr. Lund bestimmt abweichen.

Meine Schilderung gründete sich auf ein Skelet der Bravard-schen Sammlung, das sehr geschickt aus verschiedenen Exemplaren zusammengesetzt ist, ohne darum doch ganz vollständig zu sein; es fehlten einzelne kleine Knochen, deren nothwendige Existenz ich in meiner Beschreibung schon andeutete (a. a. O. S. 339). Diese Vermuthung wurde mir alsbald nach Veröffentlichung meines Buches durch einen hiesigen geschickten Sammler, Hrn. Santiago Roth aus Zürich, der mir die dahin gehörigen Knöchelchen brachte, bestätigt.

Seitdem ist nun, nach langem vergeblichen Hoffen, ein ganz unversehrtes Skelet in meinen Besitz gelangt, das ein ebenso geschickter Sammler, Hr. E. Carles aus Barcelona, hier dicht bei der Stadt, neben dem Etablissement der Wasserleitung, im Bett des Flusses aufgefunden und mir käuflich überlassen hat. Es hat einem grossen, männlichen, ganz alten Thiere angehört und die feste Be-

schaffenheit seiner Knochen hat die Zertrümmerung der meisten verhindert; alles ist vollständig da, Schädel wie die Schulterblätter und das Becken: Theile, die in der Regel fehlen oder ganz zertrümmert gefunden werden; selbst der fast stets mangelnde Schwanz, mit Einschluss der letzten Wirbel, von denen der allerletzte nicht grösser als eine kleine Haselnuss ist.

Dieser glückliche Fund hat mich in den Stand gesetzt, mehrere Fehler des Bravard'schen Skelets, dem beide Schulterblätter fehlten, zu verbessern und einige Berichtigungen meiner früheren Beschreibung zu geben, die ich der Königl. Akademie zur gefälligen Kenntnissnahme vorlege, begleitet von Abbildungen der Vorder- und Hinterfüsse, die bisher noch nicht vollständig vorhanden waren.

Eine Gesammtschilderung des Skelets gebe ich nicht, weil ich auf meine Beschreibung in der Descr. phys. verweisen kann; da indessen die darin citirten Abbildungen der Füsse noch nicht erschienen sind, und möglicher Weise bald nicht erscheinen werden, so hielt ich es für passend, diese neuen Abbildungen hinzuzufügen, um meiner Mittheilung den Werth einer wirklichen Neuigkeit zu geben.

Vom Schädel habe ich nichts Neues zu sagen, Owen's citirte, lebensgrosse Abbildung enthebt mich jeder weiteren Besprechung.

Von der Wirbelsäule kann ich einiges Neue berichten. Zunächst bestätigt unser Skelet die merkwürdige Übereinstimmung des siebenten Halswirbels mit demselben von *Megatherium* (Descr. phys. III. 329) im Mangel der Perforation der Querfortsätze. Die Anzahl der Rippen tragenden Rückenwirbel ist siebzehn, nicht sechszehn, wie ich gesagt habe; unser neues Skelet hat bestimmt die erstgenannte Zahl, und ebensoviele Rippenpaare. Von den siebzehn Rückenwirbeln haben die vorderen neun hinten an den oberen Ecken des Körpers eine scharf markirte elliptische Ansatzfläche für die terminale Gelenkfläche des Rippenkopfes, den übrigen acht Wirbeln und Rippen fehlen die entsprechenden Flächen; die Verbindung des Rippenkopfes mit den Wirbeln wird an diesen acht Rippen lediglich durch eine grosse elliptische Gelenkfläche an der Innenseite des Kopfes bewirkt, welche mit dem Wirbelbogen durch dessen hohle Gelenkfläche in Verbindung tritt. Ebendiese Gelenkfläche findet sich übrigens auch an den vorderen acht Wirbeln und Rippen, an letzteren unmittelbar neben der terminalen Ansatzfläche an der Innenseite des Kopfes. Nur am ersten Rückenwirbel befindet sich die hohle Gelenkfläche für die zweite des stark gewölbten Rippenkopfes nicht am Wirbel-

bogen, sondern an der oberen vorderen Ecke des Wirbelkörpers, wo sie mit der gegenüberstehenden des letzten Halswirbels eine grosse gemeinsame Gelenkgrube für den ganzen Rippenkopf darstellt.

Die Gelenkfläche für das tuberculum costae am Ende der Querfortsätze ist an den ersten sechs Wirbeln tief ausgehöhlt, am siebenten beinahe eben, an allen folgenden gewölbt und von ovalem Umriss.

Lendenwirbel sind bestimmt nur drei vorhanden, wie bei *Megatherium*, aber der dritte verwächst beständig mit dem Kreuzbein bei *Scelidotherium*, während er bei *Megatherium* isolirt bleibt.

Das Kreuzbein, dem ich a. a. O. S. 328 sechs Wirbel gegeben habe, hat in der That nur fünf, der sechste ist eben der letzte damit verwachsene Lendenwirbel.

Schwanzwirbel hat das vollständige Skelet nicht mehr als neunzehn, die früher von mir angegebenen Zahlen 20—22 beruhen auf Schätzung, nach der Analogie von *Mylodon*, die, wie ich nun weiss, irrig ist, indem sich auch in diesem Organ *Scelidotherium* mehr dem Zahlensystem von *Megatherium* nähert. Letztere Gattung hat nur 17 oder höchstens 18 Schwanzwirbel, aber sehr viel kräftigere. Bei dem neuen Skelet von *Scelidotherium* ist auch der erste Schwanzwirbel mit dem Kreuzbeine verwachsen, so dass letzteres aus 7 Wirbeln zu bestehen scheint; doch ist die ursprüngliche Trennung des ersten Schwanzwirbels noch ganz deutlich zu erkennen.

Die Knochen der Vordergliedmafsen hat Owen bis zu den Fusswurzelbeinchen gekannt und beschrieben, auch die der hinteren bis etwas unter das Knie. Vom Becken kannte er nur den Anfang des Kreuzbeines. Ich habe diesen Haupttheil des Skelets a. a. O. S. 337 geschildert und auf seine grosse Ähnlichkeit mit dem von *Megatherium* hingewiesen; das zweite ganz vollständige Becken erweitert dieselbe noch durch mehrere kleine Verhältnisse, welche die mangelhafte Beschaffenheit des früheren Exemplars in der Schamgegend zu erkennen mir unmöglich machte. Da der Eingang zum kleinen Becken bei dem zweiten Exemplar viel schmäler und langgestreckter, von fast mandelförmigem Umriss ist, während derselbe bei dem früheren mehr eiförmig gestaltet war, so halte ich das letztere für ein weibliches und dieses neue für ein männliches Exemplar. Bei dem neuen männlichen verhält sich der senkrechte Durchmesser des Beckeneingangs zum wagerechten wie 5 zu 3

(35^{cm} zu 22^{cm}), bei dem früheren, wohl weiblichen, wie 7 zu 4 (14 Zoll zu 8 Zoll, oder 33^{cm} zu 19^{cm}).

An den Knochen des Owen fällt die totale Verschiedenheit von denen der Gattung *Megatherium*, bei fast gänzlicher Übereinstimmung mit denen von *Mylodon* alsbald in die Augen. Doch hat *Scelidotherium* am Humerus ein singuläres Merkmal, die Anwesenheit eines canalis epitrochlearis, welcher bei *Mylodon* fehlt. Die enorme Weite desselben ist besonders merkwürdig; sie erinnert mehr an den Typus von *Dasypus*, als an den von *Choloepus*. Dagegen stimmt das Schenkelbein ganz mit dem von *Megatherium* überein, es ist nur eine Wiederholung desselben im Kleinen.

Hier nun tritt eine besondere Eigenheit der Gattung *Scelidotherium* in die Erscheinung; es ist die als Befestigung aufzufassende Bildung des Kniegelenkes. In der beigegebenen Figur 3 sieht man dasselbe vom rechten Bein in der Aussenansicht dargestellt; *F* bezeichnet das Schenkelbein (femur), *R* die Knieschneibe (rotula), *T* das Schienbein (tibia) und *P* das Wadenbein (perone). Von *F* erkennt man das untere Ende, den starken äusseren Höcker neben dem äusseren Gelenkkopf, mit dem die grosse Kniescheibe gegen die Mitte hin zusammentrifft. Unter ihr und den beiden Gelenkköpfen des femur tritt das sehr breite und dicke, höckerartig vortretende, obere Ende der tibia hervor, auf welchem nach hinten die beiden Gelenkgruben für die condyli des femur sich befinden. Die innere derselben, in der Zeichnung kaum sichtbar, ist viel grösser und tiefer, als die äussere flache, deren Umfang meine Zeichnung andeutet. Sie befindet sich auf einem breiten, seitwärts nach aussen vortretenden Fortsatze der tibia, an den, von unten her, in einer anderen ebenen Gelenkfläche, der ziemlich dicke obere Gelenkkopf des Wadenbeins stösst.

Diese Gegend des Kniegelenkes wird nun durch zwei besondere kleine Knochen unterstützt, welche mir bei meiner früheren Darstellung unbekannt waren, obgleich ich die Anwesenheit wenigstens des einen vermuthete (a. a. O. S. 339). Der eine ist ein kleiner bogenförmiger (*a*) dreiseitiger Knochen, der täuschend einem isolirten Fruchtfach der Orange ähnelt und in Fig. 4 etwas grösser von beiden Seiten dargestellt ist. Auf der oberen Seite (Fig. 4*a*) hat er eine lange mondförmige Gelenkfläche, welche an den äusseren Gelenkkopf des femur stösst; auf der unteren (Fig. 4*b*) ist bald nur eine ähnliche, aber kürzere Gelenkfläche sichtbar, bald

finden sich daran zwei ungleiche, viel kleinere, elliptische. Mit diesen sitzt das Knöchelchen auf dem Rande des Schienbeins, vor der Gelenkfläche für den äusseren condylus des Schenkelbeins. In dieser Lage bildet dasselbe eine Verstärkung der genannten Gelenkgrube nach vorn, einen förmlichen Zaun vor derselben, welcher die Ausweichung des condylus nach vorn verhindert. Man könnte es deshalb sepiculum nennen.

Der andere Knochen (Fig. 3*b* und Fig. 5*a. b*) ist grösser und besonders dicker; er hat einen breit 8förmigen Umriss, ist 2 bis 2½ Zoll lang, etwas über 1 Zoll breit und ziemlich 1 Zoll dick. Er sitzt gleichzeitig auf dem hinteren Rande des Wadenbeinkopfes und der Gelenkplatte des Schienbeins für den äusseren Gelenkkopf des Schenkelbeins, mit beiden durch eine gemeinsame, fast ebene Gelenkfläche verbunden. In Fig. 5*b* sieht man dieselbe dargestellt und bemerkt deutlich die durch eine schwache Erhebung angedeutete Trennung derselben in zwei ungleiche Abschnitte, von denen der eine kleinere, in meiner Zeichnung obere Abschnitt an den Rand des Schienbeins stösst, der andere, etwas grössere, untere an den Kopf des Wadenbeins. Die entgegengesetzte äussere Fläche (Fig. 5*a*) hat ein unregelmässig knollenförmiges Ansehn, und ist an der einen Seite tief ausgebuchtet. Diese Seite ist dem Gelenkkopf des femur zugekehrt, aber ohne ihn zu berühren; das Knöchelchen, welches man passend os tuberosum nennen könnte, liegt frei hinter dem genannten Gelenkkopf, ohne an seiner Gelenkung Antheil zu nehmen. Dadurch unterscheidet es sich von dem ähnlichen Knöchelchen bei *Megatherium*, welches Owen fabella genannt hat; denn dieses schiebt sich zwischen Schienbein und Schenkelbein in den Rand der Gelenkfläche hinein und tritt mit beiden Knochen durch Gelenkung in Verbindung. *Mylodon* hat auch einen ähnlichen Knochen gehabt, aber er fehlt an den bis jetzt bekannten Skeleten; doch zeigt sich seine Gelenkfläche am Rande der tibia, die Owen schon dargestellt hat in seinem Werke über *M. robustus*, pl. XX. Fig. 2*b*. Es leidet wohl keinen Zweifel, dass auch dieses zweite Knöchelchen zum Schutz des Kniegelenkes bestimmt ist und wahrscheinlich mit der Sehne des musculus gastrocnemius externus in directer Verbindung stand.

Wir kommen nun schliesslich zur Schilderung der Füsse selbst, welche bisher noch unbekannt waren.

Der Vorderfuss, in Fig. 1 von rechts dargestellt, hat vier voll-

ständige Zehen, nebst dem Rudiment einer ersten, innersten, welche dem Daumen des Menschen entspricht. Die Handwurzel besteht, wie bei *Megatherium*, aus 7 Knöchelchen, deren Form, Grösse und Lage ganz denen von *Megatherium* entspricht. Die vier der ersten Reihe sind, von innen nach aussen, das naviculare (*a*), lunatum (*b*), triquetrum (*c*) und pisiforme (*d*); in der zweiten Reihe liegen ein cuneiforme (*e*), das capitatum (*f*) und das hamatum (*g*); ein zweites, nach innen vor dem Daumenrudiment gelegenes cuneiforme ist, wie bei *Megatherium* und *Mylodon*, mit dem Metacarpusknochen des Daumens in ein gemeinsames Knöchelchen verwachsen, welches hier, wie bei *Megatherium*, den Daumen allein repräsentirt. Es endet frei mit einer knopfförmigen Anschwellung, deren abgerundete Oberfläche mir an dem einen der fünf Exemplare, welche ich vor mir habe, eine Gelenkung zu sein scheint und wahrscheinlich ein zweites Daumenknöchelchen getragen hat. Regel aber scheint das nicht zu sein, denn die anderen vier Exemplare besitzen eine solche Gelenkfläche nicht. Merkwürdig ist, dass das dreieckige Beinchen (*c*) eine grosse Gelenkfläche hat, zur Verbindung mit der terminalen der ulna, wie bei *Mylodon*, während bei *Megatherium* eine solche Gelenkfläche und Verbindung mit der ulna nicht vorhanden ist.

Von den vier vollständigen Zehen haben die erste und zweite, grosse, fast ganz grade Krallenglieder, aber sehr kurze dicke Metacarpusknochen, die dritte und vierte, beide viel kürzer als die vorhergehenden, haben längere, dünnere Metacarpusknochen, zwei sehr kurze Phalangen, aber keine Krallenglieder. Hierin liegt ein Hauptunterschied zwischen *Scelidotherium* und *Megatherium*, dessen dritte Zehe die längste von allen ist und mit einem sehr grossen Krallengliede endet, obgleich die beiden Phalangen relativ noch kleiner sind, als bei *Scelidotherium*.

Sonach stimmt *Scelidotherium* im Bau des Vorderfusses entschieden mehr mit *Mylodon* als mit *Megatherium* überein, wenngleich es von *Mylodon* durch den Mangel eines vollständigen Daumens abweicht und darin mit *Megatherium* harmonirt.

Nicht lässt sich dasselbe vom Hinterfuss sagen, der ist in der Anlage mehr dem von *Megatherium* analog; doch hat auch er seine Eigenheiten. Die Fig. 2 zeigt den rechten Hinterfuss, von oben gesehen. Hier fällt zuerst die Gestalt des calcaneus (*a*) in die Augen, insofern derselbe durch den dicken abgerundeten Endknorren, und die schlanke stark comprimirte Mitte, mehr dem Typus der Gattungen:

Megalonyx, *Coelodon* und *Valgipes*, als dem von *Megatherium* und *Mylodon* sich nähert. Dagegen hat der astragalus (I *b*) mehr Ähnlichkeit mit dem von *Megatherium*, als mit dem von *Mylodon*. Ganz ähnlich sind sich auch das naviculare (*c*) und cuboideum (*d*), insofern die beiden Metatarsusknochen der zwei äusseren Zehen nur am cuboideum gelenken, und nicht, wie bei *Mylodon*, der äusserste zugleich noch den calcaneus berührt. Eigenthümlich ist die Grösse des cuneiforme externum (*g*), welches nur mit dem Metatarsusknochen der Mittelzehe (III) in Verbindung tritt, während bei *Megatherium* derselbe Metatarsusknochen auch noch an das cuneiforme internum gelenkt. *Scelidotherium* hat dieses Knöchelchen zwar auch (*f*), aber es trägt nur den Rest der zweiten (II) Zehe, indem es bald mit dem als Metatarsus derselben zu deutenden Knochen innig verwachsen ist, bald nur durch Gelenkung sich verbindet. Ersteres ist bei *Megatherium* immer der Fall, während bei *Mylodon* nur ein einziges, grosses cuneiforme sich findet, an welches die Metatarsusknochen von drei Zehen (I, II, III) stossen. *Scelidotherium* hat, wie *Megatherium*, keine Spur der ersten, innersten, beim Menschen grossen Zehe und eine verkümmerte zweite, wie *Megatherium*; *Mylodon* dagegen hat die zweite Zehe vollständig und nur die erste verkümmert.

Die dritte Zehe (III) von *Scelidotherium* ist sehr dick, aber nicht so kurz wie die von *Megatherium*, obgleich auch bei *Scelidotherium* beide Phalangen in einen Knochen verwachsen sind; sie trägt ein sehr grosses, leicht gebogenes Krallenglied, dessen basale Scheide dick aufgeblasen ist und nicht so dicht an die Achse sich anlegt, wie die cylindrischen Scheiden der vorderen graden Krallenglieder. Die beiden äusseren, als dritte und vierte zu deutenden, Zehen sind kurz, aber ihre Metatarsusknochen sehr stark, zumal der der äussersten. Sie tragen jede zwei Phalangen von sehr ungleicher Grösse, von denen die basale der inneren Zehe sehr viel grösser ist und bei genauer Besichtigung als aus zwei verwachsenen Knöchelchen gebildet sich ausweist. Diese vorletzte Zehe hat also eigentlich drei Phalangen, und ebenso viele lassen sich an der entsprechenden Zehe bei *Megatherium* nachweisen, doch scheint hier die Verwachsung der zwei letzten Phalangen, und nicht die der ersten und zweiten Regel zu sein.

Fig. 3.

III, IV, V
os navi-
capitatum

ie zweite
a calca-
me inter-

P fibula
os tube-

5 in ein

echsel

gischen
Winters
er Aka-

ocellata

kalisch,

icht der
angiebt
siologie
d dieser

Kuns

Megalony
Mylodon
lichkeit
ähnlich
fern die
am cuboi
zugleich
des cune
knochen
therium
internum
(*f*), abe
bald mit
verwach
ist bei
einziges,
knochen
Megathe
grossen
lodon d
verkümm

Die
nicht so
therium
trägt ei
Scheide
anlegt,
glieder.
Zehen
der der
gleiche
grösser
Knöchel
eigentli
sprechen
die Ver
ersten

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rechter Vorderfuss von *Scelidotherium leptocephalum*. I, II, III, IV, V die Zehen, entsprechend denen des Menschen bezeichnet. *a* os naviculare, *b* lunatum, *c* triquetrum, *d* pisiforme, *e* cuneiforme, *f* capitatum s. magnum, *g* hamatum s. uncinatum.

Fig. 2. Derselbe Hinterfuss des gleichen Thieres. II, III, IV, V die zweite bis fünfte Zehe, nach der Stellung beim Menschen beziffert. *a* calcaneus, *b* astragalus, *c* scaphoideum, *d* cuboideum, *f* cuneiforme internum s. secundum, *g* cuneiforme externum s. tertium.

Fig. 3. Kniegelenk der rechten Seite desselben Thieres. *F* femur, *P* fibula s. perone, *R* rotula s. patella, *T* tibia. *a* os sepiculum, *b* os tuberosum.

Fig. 4. Das os sepiculum, *a* von oben, *b* von unten gesehn.

Fig. 5. Das os tuberosum, *a* von aussen, *b* von unten gesehn.

Fig. 1—3 in ein Viertel der natürlichen Grösse; Fig. 4 und 5 in ein Drittel.

Hr. du Bois-Reymond legte

Beobachtungen über Zusammensetzung und Stoffwechsel des elektrischen Organs von Torpedo

vor, welche Hr. Dr. Theodor Weyl, Assistent am physiologischen Institut der Universität Erlangen, während des verflossenen Winters in der zoologischen Station in Neapel mit Unterstützung der Akademie gemacht hat.

I. Analyse des elektrischen Organs.

Das elektrische Organ von *Torpedo marmorata* und *ocellata* beträgt ungefähr $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ des Gesammtkörpergewichtes [1]).

Dasselbe reagirt während des Lebens meist deutlich alkalisch,

---

[1]) Steiner fand beträchtlich grössere Werthe, da er das Gewicht der Organe im Mittel von 22 Wägungen zu $\frac{1}{3.85}$ des Körpergewichtes angiebt (Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1871. S. 687). Es ist mir bisher nicht gelungen, den Grund dieser Differenz festzustellen.

wie schon Boll gegen M. Schultze angab, selten neutral, wie es Moreau fand [1]).

Es enthält im Mittel 89 pCt. Wasser, während der Wassergehalt der Muskeln von Torpedo nur 77.5 pCt. beträgt.

Asche.

Bestimmung I: 14.004 frisches Organ = 1.5426 trocknes (105—110°) Organ = 0.2176^g Asche = 1.55 pCt. des frischen Organs

Von diesen 0.2176^g Ges.-Asche sind:

löslich . . .	0.2115 =	97.2 pCt.	der Gesammt-
unlöslich . .	0.0061 =	2.8 pCt.	Asche.

Bestimmung II. Von 1.0799 Ges.-Asche sind:

löslich . . .	1.0244 =	94.9 pCt.	der Gesammt-
unlöslich . .	0.5555 =	5.1 pCt.	Asche.

In 100 Theilen Asche sind enthalten

Ca	=	2.8
Mg	=	5.24
Na	=	36.0
K	=	Spuren
SiO^3	=	Spuren
Cl	=	33.9
SO^4	=	2.8
$2\,PO^4$	=	17.7
		98.44
Verlust und nicht best. Stoffe [2])		1.56
		100.00

Auffallend ist der grosse Gehalt an NaCl und Phosphaten der Mangel an K.

---

[1]) Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1873. S. 99. 100. — Über die chemische Reaction der elektrischen Organe vergl. E. du Bois-Reymond, Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. Bd. II. 1877. S. 646.

[2]) SiO^3, NH^3, CO^2.

Organische Bestandtheile des frischen Organs.

Da das elektrische Organ im Mittel 89 pCt. Wasser und 1.5 pCt. Asche enthält, beträgt der mittlere Gehalt an organischen Bestandtheilen

$$100 - (89 + 1.5) = 9.5 \text{ pCt. des frischen Organs.}$$

Von organischen Bestandtheilen habe ich im Organe bisher aufgefunden:

a) Eiweisskörper — in auffallend geringer Menge.
  α) Albumin,
  β) eine Myosin-ähnliche Substanz.
b) Eine Mucin-artige Substanz in sehr grosser Menge, deren nähere Untersuchung noch aussteht.
c) Nuclein,
d) Xanthin, Hypoxanthin,
e) Kreatin — wenig oder kein Kreatinin,
f) Harnstoff (Frerichs und Staedler),
g) Lecithin (Hoppe-Seyler),
h) Fette,
i) Cholestearin,
k) Niedere Fettsäuren — Zersetzungsproducte?
l) Inosit — kein Glykogen[1]),
m) Milchsäure (?).

Der geringe Gehalt an Eiweisskörpern, die grosse Menge der Mucin-ähnlichen Substanz deuten auf einen bisher noch nicht genügend beachteten tiefgehenden Unterschied zwischen Muskel und elektrischem Organ.

II. Absterben und Starre des Organs.

Frühestens sechs Stunden nach dem Tode des Thieres reagirt das herausgeschnittene oder *in situ* belassene Organ deutlich sauer (F. Boll). Ist die umgebende Temperatur niedrig, so tritt die Säuerung des Organs später ein.

Gleichzeitig mit dieser Änderung der Reaction, wahrscheinlich durch dieselbe bedingt, scheint ein dem Myosin nahe verwandter, vielleicht mit dieser Globulinsubstanz identischer Körper im Organe

[1]) In der Leber von Torpedo fand sich reichlich Glykogen.

aufzutreten. Auffallend wenigstens war es, dass ich diesen Eiweisskörper stets in grösserer Menge aus einem bereits sauren, als aus einem frischen, noch alkalisch reagirenden Organe enthielt.

Ein sauer gewordenes Organ unterscheidet sich meist schon äusserlich von einem frischen.

Das letztere ist transparent und fast farblos wie Wasser. Ersteres erscheint trübe und weisslich, ungefähr wie geronnenes Albumin oder wie stark verdünnte Milch.

Ein solches Organ ist todt. Es liefert auf Reizung keine elektrische Entladung mehr.

Dieser Zustand des Organs mag wegen seiner Ähnlichkeit mit analogen Erscheinungen am Muskel als Starre bezeichnet werden.

Wärmestarre.

Durch Einwirkung von Wasser von 50—100° lässt sich im elektrischen Organe eine Art von Wärmestarre erzeugen.

Hierbei reagirt das Wasser, mit welchem das Organ behandelt wurde, sogleich oder deutlicher beim Eindampfen sauer. Das Organ selbst reagirt nach der Einwirkung des Wassers neutral oder sehr schwach alkalisch, wenn es von der ihm anhaftenden sauren Flüssigkeit durch mehrmaliges Absaugen mit Fliesspapier befreit wurde.

Bei dieser Wärmestarre des Organs wird also ein saurer, in Wasser löslicher Körper gebildet.

Der Grad der Säuerung des Wassers ist innerhalb gewisser Grenzen abhängig von der Temperatur des benutzten Wassers und von der Dauer seiner Einwirkung.

Ein Stück Organ, welches 3—4 Minuten in Wasser von 50° getaucht, dann durch Fliesspapier von der ihm anhaftenden sauren Flüssigkeit befreit wurde, wird später sauer als ein überhaupt nicht mit Wasser behandeltes Organ.

Wasser von 80° verlangsamt die „Nachsäuerung" des Organs noch mehr als Wasser von 60° u. s. w.

Dass ein Stück Organ, welches einige Minuten in kochendem Wasser verweilt hat, nach dem Absaugen der sauren Flüssigkeit noch einmal sauer wird, habe ich nicht mit Sicherheit constatiren können.

Bei dieser Wärmestarre wird das Organ in gleichem Sinne, aber in höherem Grade verändert wie durch die spontane Säuerung.

Hiernach zeigt die spontane Starre und die Wasserstarre des Organs mannigfaltige Berührungspunkte mit den entsprechenden Veränderungen des Muskels.

III. Stoffwechsel des Organs.

A. Stoffwechsel des ruhenden Organs.

Das ausgeschnittene (überlebende = absterbende) Organ bildet CO^2.

Organ in Grammen	bilden in Stunden	CO^2 in Grammen
17.5	2	0.004
18.0	1.25	0.004
40.5	2.5	0.0032

Diese Werthe sind mit einander nicht vergleichbar. Es lässt sich aus ihnen in Folge der durch die Umstände aufgezwungenen Versuchsanordnung kein Verhältniss zwischen Menge des Organs, Zeit und CO^2-Production ableiten.

B. Stoffwechsel des thätigen (gereizten) Organs.

1. Säuerung beim Schlage.

Es war bekanntlich Boll nicht gelungen, Säuerung des Organs bei seiner Thätigkeit nachzuweisen. Glücklicher scheint Sachs[1]) bei *Gymnotus* gewesen zu sein. Ich glaube nun auch bei Torpedo diese Lücke ausgefüllt zu haben.

Reizt man das Organ eines lebenden Fisches ausserhalb des Wassers anhaltend durch Inductionsströme von allmählich wachsender Intensität direct, d. h. mit Hülfe kammförmiger Elektroden, welche in das Organ eingesenkt werden, so nimmt dies nach etwa stündigem Reizen eine saure Reaction an. Das bei Beginn des Versuches durch einen scharfen Schnitt abgetrennte (nicht gereizte) Organ desselben Individuums reagirte bei Beendigung des Versuches unverändert alkalisch.

Den gleichen Erfolg hatte starker, andauernder Tetanus des Organs, wie er durch sehr kleine Strychnindosen hervorgerufen wird.

Diese Versuche gelangen nur an kleinen (10—12^{cm} langen) Thieren.

[1]) Du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie. 1877. S. 73.

Die bei der Reizung des Organs gebildete Säure war schwächer als die unter gleichen Verhältnissen in den Muskeln producirte.

2. Kohlensäure-Production.

Das gereizte Organ bildet CO^2.

Organ in Grammen	bildet in Stunden	CO^2 in Grammen
13	1.0	0.0018
18	1.75	0.0025
25.5	2.5	0.0026

Die hierbei gefundenen Werthe sind weder unter einander noch mit den früher bei Gelegenheit der CO^2-Production während des Absterbens erhaltenen Grössen vergleichbar. Übrigens sind diese Versuche nicht mit denen Matteucci's zu verwechseln, in welchen die Athmung einer lebenden ruhenden und einer lebenden gereizten Torpedo geprüft wurde[1]).

3. Stoffverbrauch bei der Thätigkeit.

A. Verhalten des alkoholischen Extractes.

Nr.	Zustand des Organs	Alkohol-Extr. in pCt. des frischen Org.	Wasser-Extract in pCt. des frischen Organs		
			Rückstand	Asche	P^2O^5
1	*n*	8.2	—	—	—
	g	**8.18**	—	—	—
2	*n*	7.66	—	—	—
	g	**7.35**	—	—	—
3	*n*	8.17	1.74	0.321	0.125
	g	**6.43**	1.74	**0.315**	**0.137**
4	*n*	7.784	1.574	0.356	0.0706
	g	**7.54**	1.36	**0.342**	**0.093**
5	*n*	—	1.31	0.36	0.08
	g	—	1.65	**0.34**	**0.106**

[1]) Traité des Phénomènes électro-physiologiques des Animaux. 1844. p. 160.

In dieser Tabelle bedeutet *n* soviel wie nicht gereizt, *g* soviel wie gereizt. Die nicht gereizten Organe wurden bei Beginn des Versuches mit einem scharfen Schnitte abgetrennt. In den gereizten Organen war die Circulation aufgehoben.

Man ersieht aus der Tabelle, dass das alkoholische Extract bei der Thätigkeit abnimmt, während nach Helmholtz[1]) bei der Muskelzusammenziehung das Entgegengesetzte stattfindet. Es wird also bei der Thätigkeit des Organs ein in Alkohol löslicher Körper verbraucht.

B. Verhalten des Wasser-Extractes.

Die mit Alkohol erschöpften Organe wurden mehrmals mit kochendem Wasser ausgezogen.

Das nicht gereizte Organ enthält mehr Asche als das gereizte.

Wahrscheinlich wird bei der Thätigkeit des Organs ein Theil der Basen des Wasser-Extractes zur Bildung eines Salzes verbraucht, welches in Alkohol löslich ist. Die Säure dieses Salzes entsteht bei der Thätigkeit des Organs aus dem Lecithin (Glycerinphosphorsäure?).

Diese Hypothese gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch den Umstand, dass sich, wie die Tabelle zeigt, im Wasser-Extracte des gereizten Organs mehr anorganische Phosphorsäure findet.

Diese Phosphorsäure kann, soviel wir bis jetzt über die P-haltigen organischen Körper der thierischen Organe wissen, nur aus dem Lecithin stammen.

Gilt dies auch für das elektrische Organ von Torpedo, so wäre daran zu denken, dass der bei der Thätigkeit des Organs „verbrauchte", in Alkohol lösliche Körper das Lecithin ist.

Ich behalte mir vor, von diesen hier in aller Kürze mitgetheilten Erfahrungen demnächst eine ausführliche Darstellung zu geben.

---

[1]) Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1845. S. 72.

Hr. du Bois-Reymond legte seitens des Hrn. Dr. Kar Brandt, Assistenten an der mikroskopischen Abtheilung des phy siologischen Instituts, dessen in Neapel angestellte

Untersuchungen an Radiolarien

vor.

Der Königlichen Akademie der Wissenschaften, welche durc Verleihung eines Arbeitsplatzes in der Zoologischen Station z Neapel dem Verfasser die Möglichkeit gewährte, Untersuchungs anzustellen, wie sie an unseren Küsten nicht möglich sind, fühl sich derselbe vor Allem zu ehrerbietigstem Danke verpflichtet un erlaubt sich zugleich im Nachfolgenden eine kurze Übersicht seine Resultate vorzulegen. Durch liebenswürdiges Entgegenkommen un bereitwilligste Unterstützung jeglicher Art förderten die Herren vo der Station seine Arbeit. Ihnen, besonders den HH. Prof. Dohrn Dr. Mayer und Dr. Berthold, spricht der Verfasser hiermit seine herzlichsten Dank aus.

---

1. Systematik der Sphaerozoiden.

Im Golfe von Neapel fanden sich fast sämmtliche bisher b schriebenen coloniebildenden Radiolarien (Sphaerozoiden) in gröss rer oder geringerer Menge vor, so dass sich die beste Gelegenhe bot, die Richtigkeit der verschiedenen Speciesdiagnosen zu prüfe Die Resultate, welche dieser Vergleich ergab, sind in der dritte Spalte der nachstehenden Tabelle zusammengefasst.

Joh. Müller	Häckel	—
Siphonosphaera?	*Siphonosphaera*	
Collosphaera Huxleyi	*Collosphaera Huxleyi*	*Collosphaera Huxleyi*
„ *ligurina*	„ *spinosa*	„ *spinosa*
Sphaerozoum acuferum	*Rhaphidozoum acuferum*	
	Sphaerozoum italicum	*Sphaerozoum acuferum*
„ *spinulosum*	„ *spinulosum*	..... ?
„ *punctatum*	„ *punctatum*	„ *punctatum*
	„ *ovodimare*	„ *neapolitanum* n. sp.
„ *inerme*	*Collozoum inerme*	*Collozoum inerme*
„ *bicellulare*	„ *coeruleum*	„ *coeruleum*
	„ *pelagicum*	„ *pelagicum.*

1. Es zeigte sich zunächst, dass die Trennung der Gattung *Sphaerozoum* in zwei Genera, nämlich *Sphaerozoum* (mit einer Art von Kieselnadeln) und *Rhaphidozoum* (mit zwei Arten von Kieselnadeln) nicht durchzuführen ist. Bei *Sphaerozoum punctatum* und *Sphaerozoum italicum* kommen ebenfalls zuweilen zwei oder drei ganz verschiedene Sorten von Nadeln vor; überhaupt ist bei der grossen Variabilität der Kieselspicula eine sichere Unterscheidung auch nur von verschiedenen Species nach diesem Merkmale allein keineswegs immer möglich.

2. Die morphologische Übereinstimmung und die mannigfachen Übergänge in den Nadelbildungen zwingen ausserdem zu einer Vereinigung der drei Species: *Rhaphidozoum acuferum*, *Sphaerozoum italicum* und *Sphaerozoum spinulosum* [1]).

3. Noch unnatürlicher ist die Trennung der Species *Sphaerozoum punctatum* Müll. in zwei Arten. Die Unterschiede, die Häckel angegeben hat, sind so geringfügig und bei Vergleich einer grösseren Anzahl von Exemplaren so wenig durchgreifend, dass eine Vereinigung unbedingt nöthig erscheint.

4. Ausser den beiden *Sphaerozoum*-Arten: *Sph. acuferum* und *Sph. punctatum* kommt im Golfe von Neapel häufig noch eine dritte, bisher noch nicht beschriebene Species vor, für die ich den Namen *Sphaerozoum neapolitanum* vorschlage. (Fig. 14—18.)

Im Allgemeinen übertreffen die Colonien an Masse alle anderen Radiolarien, nur *Collozoum inerme* wird in manchen Fällen noch umfangreicher. Colonie wurstförmig, meist 6—8mal so lang als breit, nie gegliedert. (Fig. 17.) Centralkapseln meist sehr unregelmässig gestaltet, selten kuglig. (Fig. 18.) Eine Centralkapselmembran konnte nicht nachgewiesen werden. Kieselnadeln in zwei Sorten vertreten, stets bedeutend kürzer und weniger zahlreich als bei den übrigen Sphaerozoiden, ganz regellos durch die Colonie verstreut. Es kommen erstens einfache, gerade oder leicht gekrümmte Nadeln (Fig. 14) und zweitens vereinzelte Nadeln, ähnlich den für *Sph. punctatum* charakteristischen (Fig. 15. 16, cf. Fig. 43), vor. An den beiden Enden eines Mittelbalkens befinden sich meist je 2 (bei *Sph. punctatum* aber 3 oder 4) gespreizte Schenkel. Die gelben Zellen sind besonders zahlreich in einer von

[1]) Nur für die letzte dieser drei Formen ist die unbedingte Zusammengehörigkeit mit den beiden anderen noch nicht ganz sichergestellt.

Centralkapseln und Vacuolen freien Zone der Gallerte nahe der Oberfläche, — eine Eigenthümlichkeit, die dieser Species immer zuzukommen scheint, bei anderen Arten jedoch niemals beobachtet wurde. (Fig. 18.) Bildung von Krystallschwärmern constatirt.

Colonie: Länge 10—40 mm, Breite 1,5—8 mm, Centralkapseln: 0,06—0,18 mm Dm. (meist 0,1—0,13 mm). Stacheln: 1. einfache Spicula: 0,05—0,1 mm lang, 2. die andere Nadelsorte: Mittelbalken 0,007 mm, Schenkel 0,015—0,027 mm.

2. Morphologie der Sphaerozoiden.

Bezüglich des Baues der Radiolarien und der morphologischen Bedeutung ihrer einzelnen Bestandtheile kann ich die Entdeckungen Hertwig's grösstentheils bestätigen; nur in drei Punkten bin ich zu abweichenden Resultaten gelangt.

1. Die Kerne der Sphaerozoiden sind nicht, wie Hertwig behauptet, immer homogen. Sie sind es allerdings, und zwar ausnahmslos, bis zum Beginne der Schwärmerbildung (1—6), dann aber differenziren sie sich stets in zwei scharf unterscheidbare Substanzen, von denen die eine nur schwach, die andere aber sehr stark durch Kernfärbungsmittel tingirt wird. (Fig. 7—13.) Die letztere Substanz tritt in Form von Körnern oder Fäden auf, die in manchen Fällen, namentlich bei reifen Schwärmern und den sogenannten extracapsulären Körpern ein deutliches Gerüst bilden und bei Theilungsvorgängen die bekannten Bilder zeigen. Bei allen Theilungen vor Beginn der Schwärmerbildung dagegen bleiben die Kerne vollkommen homogen. (Fig. 4—6.)

Die beiden Substanzen werden also erst bei sehr tief eingreifenden Veränderungen, bei der Umbildung des Centralkapselinhalts zu Schwärmern, von einander gesondert, während sie vorher selbst bei Theilungen, also bei Vorgängen, die in anderen Zellen eine mehr oder weniger scharfe Sonderung bedingen, so innig gemischt bleiben, dass keine Spur von Differenzirung zu erkennen ist.

Ausserdem verdient erwähnt zu werden, dass die Kerne während des ganzen Verlaufes der Bildung von Krystallschwärmern sehr stark doppelbrechend sind.

2. Als dasjenige Merkmal, welches allen Radiolarien gemeinsam ist und sie am sichersten von den übrigen Rhizopoden unterscheiden lässt, wird das Vorhandensein einer Centralkapselmembran angegeben, die eine Sonderung in extra- und intracapsu-

läre Sarkode bedingt. Die Sphaerozoiden, die ich bezüglich dieses Punktes genauer zu untersuchen Gelegenheit hatte, zeigten keineswegs durchweg diesen Unterschied den anderen Rhizopoden gegenüber. Eine Sonderung in extra- und intracapuläre Sarkode (oder richtiger in Rinden- und Marksubstanz) findet bei Sphaerozoiden allerdings immer statt, sie wird aber hauptsächlich durch Unterschiede der beiden Substanzen bedingt. Die Marksubstanz geht in keinem Falle direct in die Rindensubstanz über. Bei gewissen Arten (*Collosphaera Huxleyi* und *spinosa*, *Collozoum coeruleum* und *Sphaerozoum acuferum*) ist ausserdem eine deutliche Membran zwischen beiden vorhanden, bei *Sphaerozoum punctatum* scheint eine solche erst in älteren Exemplaren, bei *Sphaerozoum neapolitanum* und *Collozoum inerme* und *pelagicum* sogar erst bei Beginn der Bildung von Krystallschwärmern aufzutreten. Selbst bei den vollkommen ausgewachsenen, aber noch nicht in Schwärmerbildung begriffenen Exemplaren der drei letztgenannten Species sind die beiden Substanzen nur in derselben Weise wie bei *Actinosphaerium Eichhornii* durch ihre chemische und physikalische Verschiedenheit getrennt; von einer besonderen (chemisch differenten) Membran zwischen beiden ist aber keine Spur vorhanden. Die grosse Unregelmässigkeit und Veränderlichkeit der Centralkapselmasse, ihr Vermögen, sich in Spitzen und Zacken auszuziehen und einzelne Stücke in Form von „extracapulären Körpern" ablösen zu lassen, sprechen entschieden gegen das Vorhandensein einer Membran. Bei Acanthometriden erschwert auch das Vorhandensein der Axenfäden erheblich die Annahme einer Centralkapsel, von der in vielen Fällen nicht das Geringste zu erkennen ist.

Mit dem Auftreten einer Centralkapsel als besonderer Membran zwischen der schon differenzirten äusseren und inneren Sarkode scheint es ähnlich zu sein, wie mit dem Auftreten des vielkernigen Zustandes in dieser Klasse. Hertwig hat gezeigt, dass wohl alle Radiolarien aus einkernigen Schwärmern entstehen und stets — entweder bald oder erst in längerer Zeit — zu vielkernigen Formen sich ausbilden. Je nachdem nun der einkernige Zustand den Haupttheil des Lebens ausfüllt oder schon nach kurzem Bestehen dem vielkernigen Platz macht, unterscheidet er einkernige und vielkernige Formen. In demselben Sinne haben wir Radiolarien zu unterscheiden, welche eine Centralkapsel besitzen, von solchen, die derselben entbehren. Zunächst sind alle Radiolarien centralkapsel-

los, als Schwärmer z. B. sicher. Es wird dann immer zunächst die Differenzirung in Rinde und Mark erfolgen und zwischen beiden sich dann früher oder später eine chemisch differente, nachweisbare Membran ausbilden. Bei manchen tritt sie erst kurz vor dem Abschlusse des Lebens, bei der Bildung der Krystallschwärmer auf.

3. Bei allen Sphaerozoiden wird der Zusammenhang der einzelnen Centralkapseln hauptsächlich durch die oft sehr mächtig ausgebildete Gallertsubstanz bewirkt. In dieser Gallerte befindet sich stets eine wässrige Flüssigkeit, die entweder in Form von membranlosen Vacuolen von der Gallerte getrennt ist (die meisten älteren Sphaerozoiden) oder dieselbe mehr oder weniger gleichmässig durchtränkt (junge Sphaerozoiden, alle Exemplare von *Collozoum pelagicum*). In einigen Fällen (*Collozoum coeruleum* und *Collosphaera spinosa*) ist eine sehr weiche, flüssigkeitsreiche Gallertkugel von einem festeren, knorpel- oder hautartigen Gallertmantel, in welchem die Centralkapseln liegen, umgeben.

Bei *Collozoum inerme* bedingen die Vacuolen eine oft deutlich ausgesprochene perlschnurartige Gliederung der Colonie. Häckel und Hertwig nehmen an, dass die einzelnen Glieder einer solchen Perlschnur sich ablösen können, und dass auf diese Weise aus einer grossen Colonie soviel kleinere entstehen, wie Glieder vorhanden sind. Ich habe Ursache das Vorhandensein eines derartigen Fortpflanzungsmodus zu bezweifeln, da von 26 Exemplaren, die ich nach und nach isolirte und einige Tage lang fortgesetzt beobachtete, kein einziges eine Abschnürung irgend eines Theiles zeigte.

3. Schwärmerbildung der Sphaerozoiden.

Die Entstehung der schon Joh. Müller, Häckel und Schneider bekannten, flagellatenartigen Schwärmer der Radiolarien ist von Cienkowski und besonders von Hertwig geschildert worden. Hertwig machte die Entdeckung, dass bei Sphaerozoiden zwei verschiedene Schwärmersorten gebildet werden, nämlich ovale Krystallschwärmer und bohnenförmige Schwärmer ohne Krystall. Er fand beide Sorten bei einer Species, die nach den Beschreibungen Häckel's *Collozoum inerme* ist.

Die Krystallschwärmer entstehen, indem die Kerne durch wiederholte Theilung an Anzahl bedeutend zunehmen, in der Nähe eines jeden Kernes ein Krystall sich ausbildet und einige Fett-

körnchen sich anhäufen und dann der ganze Centralkapselinhalt direct in soviel Schwärmer zerfällt, wie Kerne vorhanden sind.

Bei der Entwicklung der krystalllosen Schwärmer dagegen werden Haufen gebildet, die dadurch entstehen, dass die Theilproducte der Kerne in Zusammenhang bleiben. Jeder dieser Kernhaufen, in denen sich auch etwas Protoplasma und eine Anzahl von Fettkörnchen ansammelt, zerfällt dann in Schwärmer[1]).

Die Krystallschwärmer sind oval und besitzen einen Krystall, die „krystalllosen" Schwärmer dagegen sind von bohnenförmiger Gestalt und führen keinen Krystall[2]), dafür aber zahlreichere Fettkörner als die Krystallschwärmer. Gleichzeitig zeigen die krystalllosen Schwärmsporen eine constante Grössenverschiedenheit unter einander, so dass man Makro- und Mikrosporen unterscheiden kann, während die Krystallschwärmer alle von übereinstimmender Grösse sind. —

Von der grössten Bedeutung für die Auffassung der Radiolarien überhaupt ist nun die Erledigung der schon von Hertwig aufgeworfenen Frage: Kommen die beiden Schwärmersorten wirklich einer Species zu oder entsprechen sie zwei morphologisch sehr ähnlichen Species mit verschiedenem Entwicklungsgange? Hertwig hält die letztere Ansicht für wahrscheinlicher, weil er gewisse morphologische Verschiedenheiten auffand zwischen *Collozoum*-Colonien, die Krystallschwärmer, und solchen, die Makro- und Mikrosporen bildeten.

---

[1]) Für Anlagen von krystalllosen Schwärmern hält Hertwig auch die sogenannten „extracapsulären Körper", wie sie bei *Collozoum inerme* (und bei *C. pelagicum*) vorkommen. Die bisherigen Befunde lassen mich vermuthen, dass diese extracapsulären Schwärmeranlagen in sehr vielen Fällen nicht zu freien Schwärmern werden, sondern oft der Colonie verbleiben und zu Centralkapseln heranwachsen. Die Gründe für diese Anschauung werden in der ausführlichen Arbeit beigebracht werden.

[2]) Bei einigen Colonien von *Collozoum inerme* konnten (im Gegensatz zu Hertwig) in allen Mikrosporen, die aus denselben hervorgingen, ein sehr kleiner Krystall, in allen Makrosporen deren zwei unterschieden werden. Ausserdem wiesen die sämmtlichen mir bis jetzt zu Gesicht gekommenen Anlagen bohnenförmiger Schwärmer von *Collosphaera Huxleyi* je einen kleinen Krystall auf. (Cf. Fig. 9.) Der Ausdruck „krystalllose Schwärmer" ist also nicht ganz passend.

Meine Untersuchungen haben zunächst ergeben, dass die von Hertwig aufgefundenen Unterschiede der *Collozoum*-Colonien nur Symptome der einen oder der anderen Schwärmerbildung sind. Die Unterschiede, denen sich noch einige andere hinzufügen lassen, treten erst bei Beginn der Schwärmerbildung auf, vor derselben aber fehlen sie vollkommen. *Collozoum inerme* stellt also eine Species mit zwei verschiedenen Entwicklungsweisen dar.

Ausserdem ergaben die Untersuchungen, dass auch in der Gattung *Sphaerozoum* beide Schwärmersorten producirt werden. Bei *Sphaerozoum punctatum* konnte ich die Entwicklung sowohl von Krystallschwärmern, als auch von bohnenförmigen Schwärmsporen in allen Stadien verfolgen, und beobachtete auch bei der seltner vorkommenden Species *Sph. acuferum* die allmähliche Ausbildung von Makro- und Mikrosporen und bei *Sph. neapolitanum* die von Krystallschwärmern. Die Bildung von Makro- und Mikrosporen verlief bei *Sph. punctatum* und *Sph. acuferum* stets in ganz ähnlicher Weise wie bei *Collozoum inerme*; andererseits war auch die Bildung der Krystallschwärmer im Wesentlichen übereinstimmend bei *Sph. punctatum*, *Sph. neapolitanum* und *Collozoum inerme*. Zwischen beiden Entwicklungsweisen waren bei *Sph. punctatum* dieselben Unterschiede nachweisbar wie bei *Collozoum inerme*, ohne dass irgend ein erheblicher morphologischer Unterschied zwischen denjenigen Colonien, die Krystallschwärmer, und denen, die Makro- und Mikrosporen bildeten, sich auffinden liess. Auch bei *Sphaerozoum punctatum* kommen daher dieselben zwei verschiedenen Entwicklungsweisen vor, wie bei *Collozoum inerme*.

Die bisher vorliegenden Thatsachen sprechen ferner dafür, dass auch bei der dritten Gattung der Sphaerozoiden, bei *Collosphaera*, diese beiden Schwärmersorten producirt werden. Vereinzelte Befunde an den anderen Sphaerozoiden machen es wahrscheinlich, dass bei allen Arten dieser Gruppe derselbe Unterschied in der Entwicklungsweise vorkomme.

Der Umstand, dass jetzt schon bei allen drei Gattungen dieser Familie in je einer Species die beiden ganz verschiedenen Entwicklungsweisen constatirt sind, schliesst vor allen Dingen die Annahme aus, dass man es in diesen Fällen mit je zwei verschiedenen Species zu thun habe. Hält man etwa diese Ansicht für berechtigt, so ist man wegen der durchgreifenden Verschiedenheit in der Entwicklung gezwungen, die Gruppe der Sphaerozoiden in zwei parallele Fa-

milien zu trennen. Eine derartige Spaltung ist aber ganz undenkbar, weil die Arten der drei Gattungen der einen Familie bis in die kleinsten morphologischen Details denen der anderen Familie entsprechen würden. Man wird vielmehr annehmen müssen, dass die Arten der Sphaerozoiden entweder Krystallschwärmer oder bohnenförmige Schwärmer (Makro- und Mikrosporen) zu erzeugen vermögen.

Vergleicht man die Entwicklung der Algen mit derjenigen der coloniebildenden Radiolarien, so wird sich jedem unbefangenen Beobachter bei den unzweifelhaften Analogien, welche diese verschiedenen Organismen in ihrem Entwicklungsgange zeigen, die Anschauung aufdrängen, dass die oben angeführten Thatsachen für die Radiolarien einen ähnlichen Entwicklungsgang, d. h. einen Generationswechsel (im Sinne Pringsheim's), andeuten, wie er bei den Algen bekannt ist[1]). Zwar ist ein unwiderleglicher Beweis für diese Anschauung nicht beizubringen, doch werden wir auf diesem Gebiete bei der Schwierigkeit der Untersuchung, bei der Unmöglichkeit, die Radiolarien längere Zeit, ja auch nur einige Tage, am Leben zu erhalten, wohl stets auf Combination und Analogieschlüsse angewiesen sein.

4. Die gelben Zellen.

Die gelben Zellen der Sphaerozoiden (Fig. 19—32) unterscheiden sich durch ihre morphologische und physiologische Selbständigkeit von allen Theilen des Radiolarienorganismus. Wenn trotzdem in neuerer Zeit Hertwig (4) der Ansicht Cienkowski's, dass diese Zellen Schmarotzer der Radiolarien seien, entgegengetreten ist, so liegt dies daran, dass Hertwig die gelben Zellen bei der Schwärmerbildung von *Collozoum inerme* stets zu Grunde gehen sah. Er glaubte, dass die zerfallenden gelben Zellen von den in völliger Umbildung begriffenen Radiolarien in ähnlicher Weise wie die Ölkugeln, die extracapsuläre Sarkode etc. zum Aufbau der Schwärmer verbraucht würden und nahm ferner an, dass ein solcher Zerfall bei allen Sphaerozoiden während der Schwärmerbildung statt-

---

[1]) Es würden dann Makro- und Mikrosporen der Radiolarien den geschlechtlichen Schwärmern der Algen, die auch oft in Makro- und Mikrosporen differenzirt sind, entsprechen, andererseits die Krystallschwärmer mit den ungeschlechtlichen Schwärmern der Algen in Parallele zu bringen sein.

finde[1]). Beide Annahmen sind jedoch nicht zutreffend. Selbst wenn die gelben Zellen bei *Collozoum inerme* nicht, wie ich anzunehmen Grund habe, nur umgebildet (s. u.), sondern wirklich rückgebildet werden und zerfallen, so ist doch vorläufig noch keineswegs erwiesen, dass ihre Masse zu Gunsten der in Bildung begriffenen Radiolarienschwärmer verbraucht werde. Ausserdem zeigte die Untersuchung anderer Sphaerozoiden während der Schwärmerbildung, dass die Verallgemeinerung des Falles von *Collozoum inerme* nicht zulässig ist. Bei *Sphaerozoum punctatum* und *Collozoum inerme* findet nämlich niemals ein Zerfall der gelben Zellen statt, wie er bei der Schwärmerbildung von *Collozoum inerme* und *Sphaerozoum neapolitanum* beobachtet werden kann. Diese Verschiedenheit scheint damit zusammenzuhängen, dass bei den letzteren Species die Centralkapselmembran erst im Verlaufe der Schwärmerbildung auftritt, so dass die in Umbildung begriffene Centralkapselmasse besser als bei den erstgenannten Arten, die eine deutliche Centralkapselmembran und verhältnissmässig spärliche extracapsuläre Sarkode besitzen, auf die extracapsulären Theile einwirken kann.

Die Gründe, welche dafür sprechen, dass die gelben Zellen Parasiten der Radiolarien sind, lassen sich folgendermaassen zusammenfassen:

1. Vorkommen.

Hertwig hat bereits hervorgehoben (5.), dass die gelben Zellen vielen Radiolarien fehlen, z. B. den Acanthometren, Thalassolampen, Heliosphaeren etc., während sie bei den nächsten Verwandten dieser Gruppen vorkommen. Jedenfalls könne ihnen also nur eine untergeordnete Bedeutung zukommen.

Hieran anknüpfend möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass auch die grosse Übereinstimmung der gelben Zellen bei den morphologisch so sehr verschiedenen Radiolarienfamilien in hohem Grade auffallend ist.

Bei seinen Untersuchungen über Actinien stellte Hertwig (6.) ferner fest, dass die in den Entodermzellen mancher Actinien vorkommenden gelben Körper den bei Radiolarien sich findenden gel-

[1]) In neueren Arbeiten (5, 6) hat Hertwig einige gewichtige Gründe gegen die von ihm früher vertheidigte Zugehörigkeit der gelben Zellen zum Radiolarienorganismus beigebracht (s. u.), ohne jedoch die dafür sprechenden Argumente, welche er selbst hervorgehoben hat, zu beseitigen.

ben Zellen in jeder Hinsicht gleich sind. Er hält sie für Parasiten, einzellige Algen.

2. *Morphologische Selbständigkeit.*

Die grosse morphologische Selbständigkeit der gelben Zellen war schon Häckel bekannt. Hertwig zeigte später, dass sie die einzigen echten Zellen im Radiolarienorganismus sind.

Ausserdem fand er zahlreiche gelbe Zellen schon bei Thalassicollen, die nur einen Kern besassen. Wenn die gelben Zellen Theile des Radiolarienorganismus wären, so müssten sie in diesem Falle unabhängig von dem einzigen Radiolarienkerne, also frei in der extracapsulären Sarkode entstanden sein, was sehr unwahrscheinlich ist.

In ähnlichem Sinne lassen sich einige Beobachtungen bei *Collozoum pelagicum* verwerthen. Bei Vergleichung einer grösseren Anzahl von jungen Exemplaren dieser Species fand ich Colonien, die schon 50—100 Centralkapseln, aber noch keine einzige gelbe Zelle besassen, ferner ganz ähnliche, die nur vereinzelte, und dann stets im äusseren Theile der Gallerte liegende gelbe Zellen, und endlich solche, die eine grössere Anzahl von Zellen im Pseudopodienmutterboden führten. Die gelben Zellen erscheinen hiernach immer zuerst in der Gallerte, sind daher nicht vom Centralkapselinhalt abzuleiten, rücken nach und nach in den Pseudopodienmutterboden und liegen schliesslich alle in demselben.

Ferner geben mikrochemische Reactionen sicheren Aufschluss darüber, dass sie andere Substanzen enthalten, als der Radiolarienorganismus selbst:

Der Kern der gelben Zellen färbt sich bei Behandlung mit Haematoxylin oder Karmin stets viel weniger stark als die Radiolarienkerne.

Die Membran besteht aus echter Pflanzencellulose, einer Substanz, die ich in den Radiolarien selbst nicht auffinden konnte. Die Membran lebender gelber Zellen ist doppelbrechend und färbt sich bei Anwendung von Jodwasserstoffsäure bläulich.

Die groben Körner, welche die gelben Zellen oft in grosser Menge enthalten, bestehen aus einer Substanz, die im Radiolarienkörper nie nachgewiesen werden konnte. Häckel ging zu weit, wenn er, gestützt auf Untersuchungen an conservirtem Material, die Substanz dieser Körner ohne Weiteres mit der gewöhnlichen Pflanzenstärke identificirt. Bei lebenden, normalen gelben Zellen konnte

ich weder Doppelbrechung erkennen, noch eine deutliche Blaufärbung mit reinem Jod erhalten. Den Körnern fehlen also gerade die beiden charakteristischen Eigenschaften des Amylum. Sie bestehen wahrscheinlich aus einer ähnlichen Modification der Stärke, wie sie bei Florideen vorkommt.

3. Physiologische Selbständigkeit.

Cienkowski fand, dass die gelben Zellen nach dem Tode der Radiolarie „fortfahren freudig zu wachsen", nach Vergallertung ihrer vorher starren Hülle amöbenartig umherzukriechen und sich durch Theilung zu vermehren.

Ich kann diese Angaben in jeder Hinsicht bestätigen und hinzufügen, dass in einem Falle die gelben Zellen zwei Monate lang den Tod ihres Wirththieres überlebten, und ferner, dass sie auch nach dem Ausschwärmen der Zoosporen von *Sphaerozoum punctatum* und *Collozoum inerme* in den Resten der Radiolarien in ganz derselben Weise fortleben, wie in zu Grunde gegangenen Exemplaren. Die Vorgänge bei der Schwärmerbildung haben sie also vollkommen unversehrt gelassen. (Fig. 27—30.)

4. Ein recht zwingender Grund für die parasitäre Natur der gelben Zellen ist die bedeutende Ähnlichkeit zwischen den gelben Zellen und einem schon früher (Dissertation, 1877.) beschriebenen Chytridium-artigen Schmarotzer von *Actinosphaerium Eichhornii*, der sich am besten in der Saprolegniaceengattung *Pythium* unterbringen lässt und daher *Pythium Actinosphaerii* genannt werden könnte. Dieser unzweifelhafte Parasit findet sich oft in grosser Anzahl in Nahrungslacunen des Sonnenthierchens. (Fig. 35.) Jede Zelle besteht aus einer derben kugligen Membran und farblosem Protoplasmainhalt mit central gelegenem Kern und peripherisch gelegenen Körnern, und unterscheidet sich von den gelben Zellen hauptsächlich durch die mangelnde Färbung. (Fig. 33.) Die Zellen werden mit den unverdauten Resten der Nahrungsballen, an denen sie sitzen, ausgestossen und gehen nach kurzer Zeit Veränderungen ein, die schliesslich zur Bildung von Schwärmern führen. (Fig. 36—53.) Die Körner werden zu zahllosen feinen Körnchen, die das vorher körnchenlose Protoplasma in ein feinkörniges verwandeln, und der vorher sehr deutliche Kern wird zu einem blassen hellen Centralfleck. Das Plasma der Pythiumzelle tritt in Form eines Schlauches aus der zurückbleibenden Hülle heraus; der Schlauch zieht sich zu einer Kugel zusammen, die in eine Anzahl kleiner

ovaler Schwärmer mit zwei Geisseln zerfällt. (Fig. 43. 51. 52.) Bis zum Heraustreten der Plasmamasse stimmen die Veränderungen, welche die gelben Zellen während der Schwärmerbildung von *Collozoum inerme* zeigen, ganz mit den von *Pythium* geschilderten überein. (Fig. 24—26.) Die weiteren Stadien, namentlich der Zerfall in Zoosporen oder Keimkörner, konnten leider bisher noch nicht constatirt werden.

5. Einige Untersuchungen an Acanthometriden.

Bei meinen Untersuchungen an Acanthometriden kam es mir hauptsächlich darauf an, die merkwürdigen, von Häckel „Acanthinstacheln" genannten Skeletgebilde, sowie die kürzlich von Hertwig in dieser Familie entdeckten Axenfäden der Pseudopodien zu untersuchen. Über die chemische Beschaffenheit der Axenfäden von Acanthometriden liegen bisher noch keine Mittheilungen vor. Bei Untersuchung der Axenfäden in den Pseudopodien der Helioen hatte ich mir durch Anwendung namentlich von 10—20 pCt. Kochsalzlösung die Gewissheit verschafft, dass diese eigenthümlichen Stützapparate in Eiweisslösungsmitteln löslich seien und daher jedenfalls zum grössten Theil aus Eiweiss (Vitellin) bestehen. Die Anwendung dieser Lösungsmittel auf die Axenfäden der Acanthometriden (und von *Spongosphaera*) ergab ganz dieselben Resultate.

Merkwürdigerweise wurden auch — allerdings erst nach längerer Einwirkung (*Acanthometra elastica* 20 Stunden, *Xiphacantha* 8 Tage) — die den Acanthometriden charakteristischen „Acanthinstacheln" durch kohlensaures Natron (1 pCt.) oder durch Kochsalzlösung (10—20 pCt.) vollkommen aufgelöst. Man wusste von diesen stark lichtbrechenden, oft sehr starren und widerstandsfähigen Stacheln durch die Untersuchungen Häckel's, dass sie aus einer organischen Substanz bestehen, für die er den Namen Acanthin vorschlägt. Er hatte nämlich gefunden, dass sie durch Glühen zerstört und bei Einwirkung von kaustischen Alkalien oder concentrirten Mineralsäuren schnell aufgelöst werden. Hertwig fügte noch hinzu, dass auch Überosmiumsäure und Essigsäure eine, wenngleich langsamere Auflösung herbeiführen. Auf Grund der angegebenen Thatsachen bin ich jetzt berechtigt, das Acanthin genauer zu bezeichnen als eine Eiweisssubstanz und die starren Stacheln der Acanthometriden den Axenfäden an die Seite zu stellen. Die Axenfäden stellen den ersten Anfang zur Bildung eines bleibenden Ske-

lets dar, die „Acanthinstacheln“ das nächste Stadium und die Kieselstacheln anderer Radiolarien und der Heliozoen eine weitere Umbildung.

Auch die Kieselskelete der Radiolarien bestehen nicht, wie wohl meist angenommen wird, ganz aus Kieselsäure, sondern aus einer organischen Substanz. Zu dieser Überzeugung wird man bei Vergleich der Kieselnadeln von *Sphaerozoum punctatum* gedrängt. (Fig. 54.) An den beiden Enden eines Mittelbalkens befinden sich je drei divergirende Schenkel. Die kleinen Spiculae derart liegen frei in der Gallerte, die grossen bilden einen Mantel um die Centralkapsel herum. Ein Vergleich der jungen und der alten Stacheln zeigt, dass bei allen das Längenverhältniss zwischen dem Mittelbalken und den Schenkeln nahezu das gleiche ist. Der Mittelbalken muss mithin auch an Länge zunehmen, und das ist nur bei einem Wachsthum durch Intussusception möglich. Kieselsäurenadeln können nicht durch Intussusception wachsen, die Nadeln müssen vielmehr aus einer organischen Substanz bestehen. Es fragt sich nur, in welcher Form das Silicium darin enthalten sei. Entweder bestehen die Skelete aus einer organischen Grundsubstanz, in die Kieselsäure eingelagert ist, oder — und das ist vielleicht das Wahrscheinlichere — sie bestehen aus einer organischen Verbindung, in der ein Theil des Kohlenstoffs durch das gleichwerthige Silicium ersetzt ist. Verbindungen derart sind in neuerer Zeit entdeckt worden. —

Die Ausführung und genauere Begründung der im Vorangehenden mitgetheilten Resultate wird demnächst in den „Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel“ erscheinen. Die Literatur wird dann auch eine eingehendere Berücksichtigung erfahren, als es bei dieser kurzen Zusammenfassung möglich war.

Die oben angeführten Citate beziehen sich besonders auf folgende Arbeiten:

1. Joh. Müller, Über die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. Abh. d. Berl. Ak. 1858.
2. Häckel, Die Radiolarien, eine Monographie. 1862.
3. Cienkowski, Über Schwärmerbildung bei Radiolarien. Arch. f. mikr. An. VII. (1871.) p. 372.
4. R. Hertwig, Zur Histologie der Radiolarien. 1876.
5. R. Hertwig, Der Organismus der Radiolarien. 1879.
6. R. Hertwig, Actinien. 1879.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—6. Homogene Kerne von Sphaerozoiden (nach conservirten Präparaten gez.) 1000f.

1. Kerne, wie sie gewöhnlich in den Centralkapseln der Sphaerozoiden anzutreffen sind. Homogene, membranlose, zuweilen unregelmässige, aber nur selten in Spitzen ausgezogene Klumpen aus Kernsubstanz.

2. 3. Kern bei Beginn der Bildung von Makro- und Mikrosporen. Kerne grösser als sonst, in Spitzen ausgezogen.

4—6. Theilungsstadien der homogenen Kerne von *Sphaerozoum punctatum*.

Fig. 7—10. Gruppen differenzirter Kerne, wie sie im Verlaufe der Bildung von Makro- und Mikrosporen auftreten (n. conserv. Präp.) 1000f.

7. 8. Mikrosporenanlagen von *Sphaerozoum acuferum*.

9. Gruppe von Kernen aus einer Centralkapsel von *Collosph. Huxleyi*. Jedem Kern entspricht ein kleiner Krystall.

10. Makrosporenanlagen von *Sphaerozoum punctatum*.

Fig. 11—13. Schwärmer von *Collozoum inerme* (n. d. Leben). 1000f. Gerüst im Kern.

11. Makrospore und Mikrospore, ganz ohne Krystalle.

12. Makrospore mit 2 kleinen Krystallen.

13. Krystallschwärmer.

Fig. 14—18. *Sphaerozoum neapolitanum*. 14—16. Nadeln (n. d. Nat.). 300f.

14. Einfache Nadeln.

15. 16. *Punctatum*-Nadeln. (*a.* von oben gesehen.)

17. Ein ganzes Exemplar. 10f. Colonie wurstförmig, nicht gegliedert Die Vacuolen nehmen nach innen an Grösse zu.

18. Randpartie eines Exemplars. 100f.

In dem Stück liegen 15 Centralkapseln, die keine Membran erkennen lassen, sehr verschiedenartig gestaltet sind und ausser einer Ölkugel zahlreiche Kerne enthalten. Sie sind von extracapsulärer Sarkode umgeben, welche in vielfach verzweigte, unter einander anastomosirende Pseudopodien ausläuft. Die Centralkapselmassen mit ihren Pseudopodien liegen in einer Gallertmasse, in welche noch membranlose Vacuolen, vereinzelte Nadeln (in zwei Sorten), sowie gelbe Zellen eingelagert sind. Die gelben Zellen sind in einer Randzone am zahlreichsten.

Fig. 19—32. Gelbe Zellen von Sphaerozoiden (n. d. Leben.). 500f.

19—21. Normale gelbe Zellen. Bläschen, von derber Cellulosemembran umgeben, enthalten im gelb gefärbten Protoplasma einen centralen hellen Kernfleck und zahlreiche, oft unregelmässige sogenannte Amylumkörner.

22. 23. Theilung normaler Zellen. Scheidewandbildung.

24—26. Veränderte gelbe Zellen. Durch immer weiter gehenden Zerfall der *Amylum*-Körner in ganz feine glänzende Körnchen ist der Inhalt trübe und etwas grau geworden. (Cf. Fig. 38—46.)

27—30. Amöboide gelbe Zellen in der Gallerte abgestorbener oder ausgeschwärmter Sphaerozoen. Die starre Cellulosemembran ist durch Quellung in einen dicken Gallertmantel verwandelt.

29. 30. Theilung solcher amöboider Zellen durch Einschnürung.

31. 32. Zwei verschiedene normale gelbe Zellen mit rüsselartiger Hervorstülpung. (Cf. 47. 48.)

Fig. 33—53. *Pythium Actinosphaerii* (n. d. Leben). 500f. (ausser 35, 51, 52).

33. *Pythium Act.* aus den Nahrungsballen von Actinosphaerien. Sehr verschiedene Grösse (0,004—0,026 mm). Ein grosser, homogener, verschiedenartig gestalteter Kern im Centrum.

34. Oben eine Zelle gleich nach dem Auswerfen des Nahrungsballens von Seiten des Sonnenthierchens. Darunter dieselbe Zelle, eine Stunde später, im Begriff Schwärmer zu produciren.

35. Ein Stück eines abgeplatteten *Actinosphaerium*, welches in einer grossen Nahrungsvacuole eine mit vielen solchen Schmarotzern behaftete Anguillula enthält.

36—50. Die Schwärmerbildung in zwei zusammenliegenden Zellen.

36. Vorm. 11½ Uhr. Zwei Zellen gleich nach der Befreiung aus dem *Actinosphaerium*.

37. 12 Uhr 20 Min.

38. 12 Uhr 50 Min. Durch Zerfall der glänzenden Stücke in feine Körnchen und durch Umbildung des compacten Kernes in eine blasse Kernvacuole ist die eine der Zellen schon erheblich verändert.

39. 1 Uhr.

40. 2 Uhr. Die veränderte Zelle hat einen Rüssel getrieben.

41. 2 Uhr 5 Min. Das ganze körnige Protoplasma ist herausgetreten. Das äussere Ende des Schlauches kuglig angeschwollen.

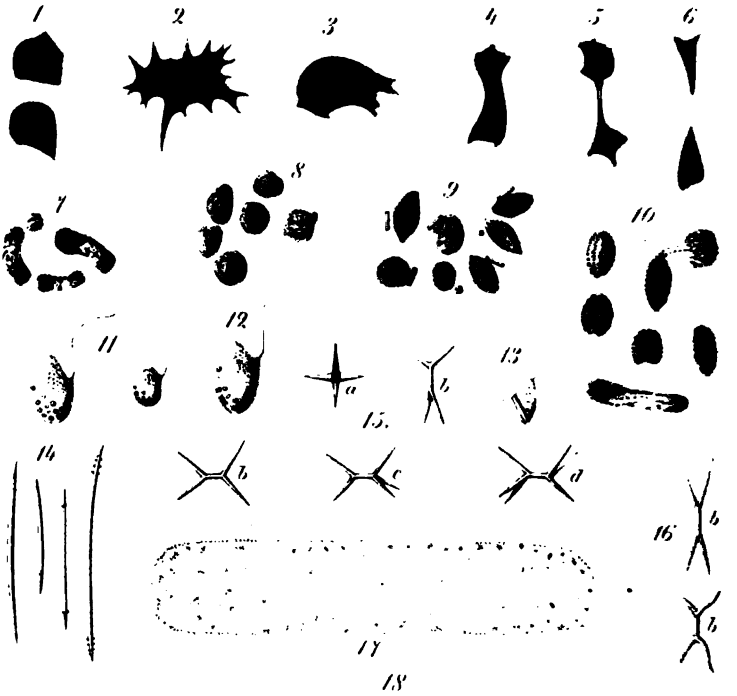
42. 2 Uhr 7 Min. Der herausgetretene Klumpen zerfällt in zahlreiche Schwärmer. Die Membran der Mutterzelle bleibt zurück.

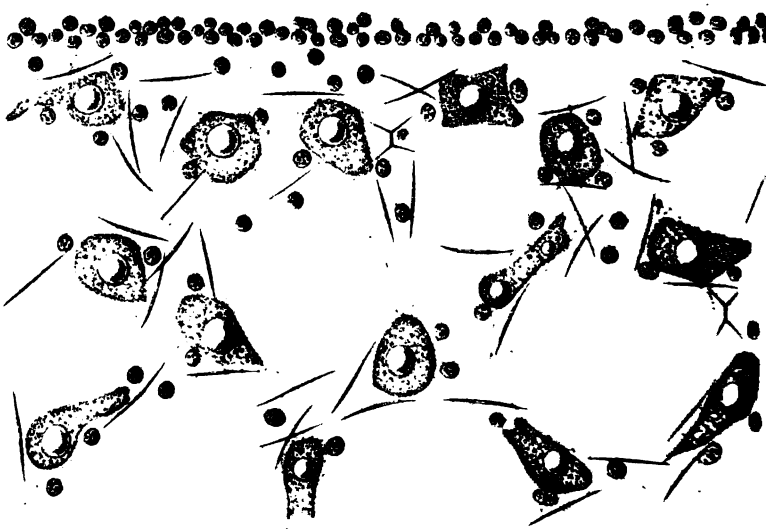
43. Einer der frei gewordenen Schwärmer. 2 Geisseln.

44. 2 Uhr 15 Min.
45. 2 - 35 -
46. 3 - 15 -
47. 3 - 20 - Rüssel.
48. 3 - 25 - Rüssel wird länger.
49. 3 - 30 -
50. 3 - 33 - Klumpen in Trennung begriffener Schwärmer.

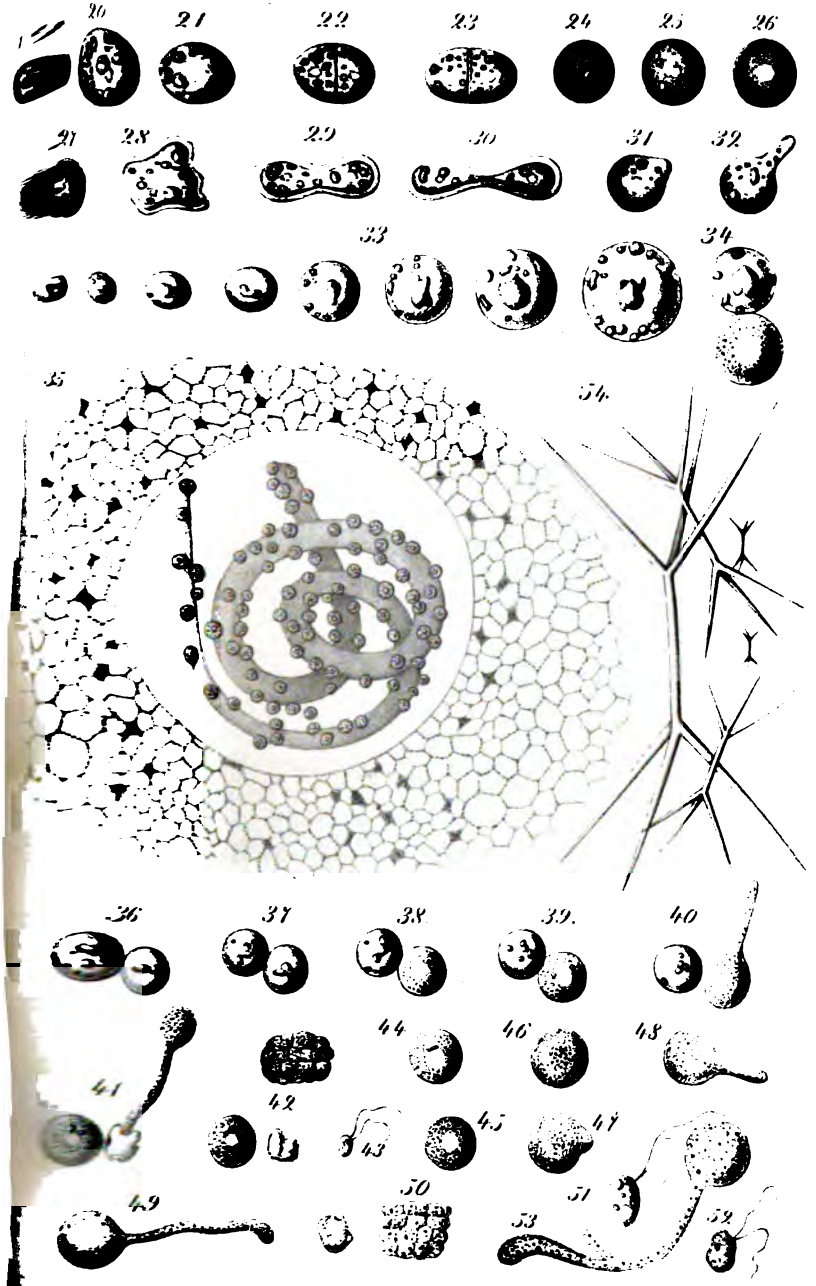
51. 52. Schwärmer. 1000 f.
51. Lebend.
52. Mit Jod behandelt.
53. Schlauch mit Seitenzweig.

Fig. 54. Nadeln aus einer Colonie von *Sphaerozoum punctatum*. Trotz ganz verschiedener Grösse ist das Längenverhältniss zwischen Mittelbalke und den Schenkeln annähernd dasselbe. (Wachsthum durch Intussusception.)





K Brandt del



Lith von Lane

21. April. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Waitz las eine Abhandlung über eine alte Genealogie der Welfen.

---

28. April. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Waitz las über Hermann von Torma und die Geschichtschreibung der Stadt.

Verzeichniss der im Monat April 1881 eingegangenen Schriften.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XVII. N. 5—6. Halle a. S. 1881. 4.

Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. A. Universität zu Göttingen. 1881. N. 1—7. Göttingen. 8.

Abhandlungen der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Historische Classe. Bd. XV. Abth. 3. *Philosoph.-philolog. Classe.* Bd. XV. Abth. 3. München 1881. 4. 2 Ex.

Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. V. Heft 1. 2. Danzig 1881. 8.

Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. IV. Heft 1. Kiel 1881. 8.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd. VI. Heft 3. Hannover 1881. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 5. 6. 7. Berlin 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein. Jahrg. II. 1881. Heft 4. Berlin 1881. 8.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. XXVIII. 3. Statist. Lieferung. Berlin 1880. 4. Bd. XXIX. Heft 2. und Atlas-Band XXIX. Taf. VI—X. Berlin 1881. 4. & fol.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät zu Erlangen. Heft 12. Erlangen 1880. 8.

Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig. Jahrg. 6. 1879. 7. 1880. Leipzig. 8.

Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Colmar. Années 20. 21. 1879. et 1880. Colmar 1880. 8.

19., 20. u. 21. Bericht über die Thätigkeit des Offenbacher Vereins für Naturkunde in den Vereinsjahren vom 13. Mai 1877 bis 29. April 1880. Offenbach a. M. 1880. 8.

Urkunden-Buch der Stadt Lübeck. Herausgegeben von dem Vereine für Lübeckische Geschichte und Alterthumskunde. Th. VI. Lief. 1—11. Lübeck 1878—1881. 4.

Erwerbungen der Stadtbibliothek. 1880. Januar bis März. Lübeck. 8.

Jahres-Bericht der Andreas-Schule, vom Direktor Dr. Bolze. Berlin 1881. 4. 3 Ex.

Martus, *Bericht über das Schuljahr 1880—81 der Sophien-Realschule in Berlin.* Berlin 1881. 4. 3 Ex.

**Glossae Hibernicae e Codicibus Wirziburgensi Carolsruhensibus aliis. Edid. H. Zimmer.* Berolini 1881. 8. 2 Ex.

C. Bruhns, *Bericht über das Meteorologische Büreau für Wetterprognosen im Königreich Sachsen für das Jahr 1880.* 3. Jahresbericht. Leipzig 1881. 8.

L. Häpke, *Beiträge zur Physiographie der Gewitter.* Bremen 1881. 4. Sep.-Abdr.

Sitzungsberichte der mathemat.-naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1881. N. VII—X. 8.

Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn. Bd. XVIII. 1879. Brünn 1880. 8.

Bollettino della Società Adriatica di Scienze naturali in Trieste. Vol. VI. Trieste 1881. 8.

A Budapesti Kivályi magyar Tudomány-Egyetem Almanachja MDCCCLXXIX — LXXX. eól. Budapest 1880. 8.

A Budapesti Királyi magyar Tudomány-Egyetem Tanrende. az MDCCCLXXVIII — IX. Tanév. *Második Felére.* — az MDCCCLXXX — LXXXI. Tanév. *Elsö Felére.* Budapest 1879/80. 8.

J. B. Télfey, *Opuscula graeca.* Budapestini 1880. 8. (graec.)

M. Tivadar, *A egyetem multja és jelene.* Budapesten 1880. 4.

— —, *Jelentés a Budapesti Királyi Magyar Tudomány-Egyetem.* Budapesten 1880. 4.

— —, *A Budapesti magyar királyi Tudomány-egyetem Története.* Köt. I. Füz. 1. Budapesten 1880. 8.

Memoirs of the R. Astronomical Society. Vol. XLV, 1879 — 80. London 1880. 4.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLI. N. 5. London 1881. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society. Vol. III. N. 4. April 1881. London. 8.

The Journal of the Chemical Society. N. CCXXI. April 1881. London. 8.

Journal of the Royal Geological Society of Ireland. Vol. XV. P. III. (New Ser. Vol. V. P. 3) 1879 — 80. Edinburgh 1880. 8.

Catalogue of the library of the Geological Society of London. Compiled by J. Dallas. London 1881. 8.

Proceedings of the Philosophical Society of Glasgow. 1879 — 80. Vol. XII N. 1. Glasgow 1880. 8.

T. R. Robinson, *On the determination of the Constants of the Cup Anemometer by experiments with a Whirling Machine.* London 1878. 4. Sep.-Abdr. 2 Ex.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. N. 11. Febr. 1881. Calcutta 1881. 8.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Vol. XLIX. P. II. N. 4. 1880 Calcutta 1880. 8.

Archaeological Survey of India. — A. Cunningham, *Report of a tour in the Central Provinces in 1873—74 and 1874—75.* Vol. IX. Calcutta 1879. 8.

1880—81. — Victoria. — Reports of the Mining Surveyors and Registrars Quarter ended 31th Dec. 1880. Melbourne. fol.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. T. XCII. N. 12. 13. 14. Paris 1881. 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. X. N. 13. 14. 15 Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société Philomatique de Paris. Sér. VII. T. V. N. 1. 1880-1881. Paris 1881. 8.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Série VI. Année I Cah. 3. 1881. Mars. Paris. 8.

Bulletin de la Société Zoologique de France. Pour l'année 1880. Parties — 4. Paris 1880. 8.

Statuts et Reglement de la Société Zoologique de France. Paris 1880. 8.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. N. 14. 15. 16. 17. Paris 1881.

Polybiblion. — Revue bibliographique univ. — Partie litt. Série II. T. 3 Livr. 4. Paris 1881. 8.

Mémoires de la Société d'Émulation du Doubs. Sér. V. Vol. IV. 1879. Besançon 1880. 8.

Union géographique du Nord de la France. — Bulletin. Année II. N. 6. 7. 8. (Douai) Lille 1881. 8.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. Sér. II. T. IV. Fasc. X. — T. V. Fasc. XI. Paris 1880. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. Année IV. N. 7. 8. Bordeaux 1881. 8.

A. Cordella, *Le Laurium.* Marseille 1871. 8.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVII. 1879—80. Serie III. *Memorie della Classe di scienze morali, storiche e filologiche.* Vol. IV. V. Serie III. *Memorie della Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.* Vol. V. VI. VII VIII. Roma 1880. 4.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVIII. (1880—81.) Ser. 3. Transunti Vol. V. Fasc. 8. 9. Roma 1881. 4.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXIV (1881). Sess. III. IV. Roma. 8.

Annali del Museo civico di storia naturale di Genova pubbl. par cura di G. Doria e R. Gestro. Vol. XVI. 1880—81. Genova 1880. 8.

B. Boncompagni, *Bullettino.* T. XIII. Maggio 1880. Roma 1880. 4.

Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXVII. N. 2. St. Pétersbourg 1881. 4.

Correspondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. Jahrg. 23. Riga 1880. 8.

H. Wild, *Die Temperatur-Verhältnisse des Russischen Reiches. — Supplement zum Repertorium für Meteorologie.* 2. Hälfte mit einem Atlas. St. Petersburg 1881. 4. & fol.

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. — Zoologi. — Fiske, ved R. Collet. — Chemi. — Af H. Tornoe. Christiania 1880. fol.

Mémoires de l'Académie R. de Copenhague. Série V. *Classe des Sciences.* Vol. XII. N. 6. Sér. VI. Vol. I. N. 1. 2. Copenhague 1880. 4.

Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië Volgreeks IV. Deel IV. Stuk 3. 4. 'S Gravenhage 1880. 8.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Année 50. Sér. 3 T. I. N. 2. Bruxelles 1881. 8.

Annales de la Société Géologique de Belgique. T. VI. 1878—79. Liège 187 —1881. 8.

Levé géologique des planchettes XVI/5, XXIV/1,2,3,7 et XXXII/3 de l Carte topographique de la Belgique par M. le Baron O. van Ertborn avec la collaboration de M. P. Cogels: Lubbeek. Feuille XXXII. Plan chette N. 3. 1 Bl. fol.

Beiträge zur Geologischen Karte der Schweiz, herausgegeben von der Geologi schen Commission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft. Lief. 20 Mit einem Atlas. Bern 1880. 4. & fol.

T. Taramelli, *Appendix und Index zur XVII. Lieferung der Geolog. Karte* Bern 1880. 8.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève T. XXVII. Part. 1. Genève 1880. 4.

E. Plantamour, *Résumé météorologique de l'année 1879 pour Genève et l Grand Saint-Bernard.* Genève 1880. 8. Sep.-Abdr.

Revista Euskara. Año IV. N. 35. Merzo de 1881. Pamplona 1881. 8.

Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. Publ. por el Director Don C. Pujazon. Seccion 2a. *Observaciones meteorológicas* Año 1877/78. San Fernando 1878/79. 4.

A. Romero y Linares, *Nuevos métodos de talla perineal y de ligadura d los polipos de la matriz.* Madrid 1881. 8.

Rhally, *Discours.* Athen 1842. 8.

A. Postolacca, *Synopsis numorum veterum qui in Museo Numismatico Athe narum Publico asservantur.* Athenis 1878. 4.

Λόγος ἐκφωνηθεὶς ὑπὸ Νικολάου Μ. Δαμαλᾶ καθηγητοῦ τῆς θεολογίας ... τ 30. Ἰανουαρίου 1873. Ἀθήνησι 1872. 8.

Λόγος ἐκφωνηθεὶς τὴν 26. Νοεμβρίου 1878 ὑπὸ Ἀνδρέου Ἀναγνωστάκη τακτ κοῦ καθηγητοῦ τῆς χειρουργικῆς παθολογίας. ἐν Ἀθήναις 1879. 8.

Ἔκθεσις τοῦ βουτσιναίου ποιητικοῦ ἀγῶνος τοῦ ἔτους 1872 ἀναγνωσθεῖσα ὑπὸ Θ. Ἀφεντούλη. ἐν Ἀθήναις 1872. 8.

Ἔκθεσις τῆς ἐπὶ τοῦ μεταφραστικοῦ ἀγῶνος τοῦ κ. Δ. Α. Οἰκονόμου ἐπιτροπῆς κατὰ τὴν γ'. αὐτοῦ περίοδον. Ἀθήνησιν 1876. 8.

φιλολογικὰ πάρεργα Φιλίππου Ἰωάννου Θετταλομάγνητος. Ἀθήνησιν 1874. 8.

Ὁ θάνατος τοῦ ἐκ Σμολένσκης Πρίγκιπος Ποτέμκην. Τραγῳδία ... συνταχθεῖσα μὲν γερμανιστὶ καὶ ἐκρωσσισθεῖσα, μεταφρασθεῖσα δὲ ἐκ τῆς ῥωσσικῆς γλώσσης εἰς τὴν ἑλληνικὴν ὑπὸ Θεοδώρου Βαλλιάνου ... Ἀθήνησι 1850. 8.

Ἰδιαὶ ἀλληλογραφία ἤτοι Γρηγορίου Ἱερομονάχου ἐπιστολαὶ πρός τινας ἐν Ἰνδίᾳ. Ἐκδοθεῖσα ὑπὸ Η. Ταντσλίδου. ἐν Κωνσταντινουπόλει 1852. 8.

Στοιχεῖα τῆς Ἑλληνικῆς γραμματικῆς, συνταχθέντα ὑπὸ Π. Αἰβαδᾶ. ἐν Ἀθήναις 1848. 8.

Ἀθήναιον. Σύγγραμμα περιοδικόν. Τόμος τρίτος. Ἀθήνησιν 1874. 8.

Ἡφαιστολόγιον περὶ τῆς ἐν ἔτει 1866 κατὰ τὰς νήσους καμμένας ἡφαιστείου ἐκρήξεως ὑπὸ I. Δεκιγάλλα (de Cigalla). Ἕπεται δὲ καὶ γεωλογικὴ περιγραφὴ τῆς νήσου Θήρας. ἐν Ἑρμουπόλει Σύρου 1881. 8.

Νεελληνικὴ φιλολογία ἤτοι κατάλογος τῶν τυπωθέντων βιβλίων παρ' Ἑλλήνων συνταχθεὶς ὑπὸ Ἀνδρέου Παπαδοπούλου Βρίτου. Μέρος β'. ἐν Ἀθήναις 1857. 8.

Bulletin of the U. S. Geological and Geographical Survey of the Territories. Vol. VI. N. 1. Washington 1881. 8.

Report of the Superintendent of the U. S. Coast Survey for the fiscal year ending with June, 1877. Washington 1880. 4.

U. S. Coast and Geodetic Survey, Carlile P. Patterson Superintendent. Methods and Results. Meteorological Researches for the Use of the Coast Pilot Part II. On Cyclones Waterspouts and Tornadoes. Appendix N. 10. Report for 1878. Washington 1880. 4.

The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. IV. N. 1. Cincinnati 1881. 8.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXI. N. 124. New Haven 1881. 8.

Johns Hopkins University Circulars. N. 3. 9. Baltimore 1880/81. 4.

Bulletin of the Iowa Weather Service 1881. By Dr. G. Hinrichs, Director. January, March 1881 (N. 92. 94). 8.

Anales del Museo Nacional de Mexico. T. II. Entr. 3a. Mexico 1880. 4.

La Naturaleza. T. IV. Entr. N. 21. T. V. Entr. 1. 2. 2. 4. Mexico 1880. 8.

Emilio del Castillo, *De la Produccion agricola de la Republica Mexicana.* Mexico 1881. 1 Bl. gr. fol.

A. de Castro Lopez, *Memoria sobre a possibilidade e conveniencia da suppressao dos annos bissextos.* Rio de Janeiro 1881. 8.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Rammelsberg, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth.	M. 3,00
Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth.	M. 9,00
Virchow, Beiträge zur Landeskunde der Troas	M. 10,00
Schott, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens	M. 1,00
Krüger, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . .	M. 5,00
Curtius, Das archaische Bronzerelief aus Olympia	M. 2,50
Bastian, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . .	M. 2,50
Erdmann, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid	M. 3,00
Schrader, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal	M. 3,00
Dillmann, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert	M. 2,50
Sachau, E., Über die Lage von Tigranokerta	M. 5,50
Hagen, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen	M. 1,50
Vahlen, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . .	M. 1,50
Waitz, Über eine alte Genealogie der Welfen	M. 0,80
Schott, Über ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters	M. 2,00
Zeller, Über die Messung psychischer Vorgänge	M. 0,80

Gerland, Ernst, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

SCHRADER, Ladanum und Palme auf den assyrischen Monumenten . . . . . 413—428
DILLMANN, Über eine neuentdeckte punische Inschrift . 429—433
JIREČEK, Beiträge zur antiken Geographie und Epigraphik von Bulgarien und Rumelien . . . . . 434—469
MUNK, Über die Hörsphären der Grosshirnrinde . . 470—482
PETERS, Über die Chiropterengattung *Mormopterus* und die dahin gehörigen Arten . . . . . 482—485
SCHOTT, Über die sogenannten zaubersprüche der Finnen 486—494

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.

MONATSBERICHT

OCT 7 1881

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Mai 1881.

Mit 2 Tafeln.

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Mai 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

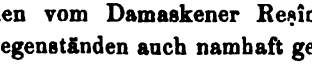
Hr. Auwers legte einige Resultate der vierjährigen meteorologischen Beobachtungen auf dem Potsdamer Observatorium und Vergleichung mit den gleichzeitigen Berliner Beobachtungen vor.

Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Schrader las über:

Ianum und Palme auf den assyrischen Monumenten.

I.

In der Tiglath-Pileser-Inschrift von Nimrûd Lay. pl. 45 Z. 4 den unter den vom Damaskener Resîn dem Assyrer dargebrachten Tributgegenständen auch namhaft gemacht  d. i. „XX Talente *ŠIM la-du-nu*“. Dass dem dem assyr. *ladunu* vorgefügten ideographischen *ŠIM* irgend-

wie das, was wir mit Weihrauch, Specereien bezeichnen würden, gemeint sei, ist bereits früher von mir vermuthungsweise ausgesprochen (Keilinschrr. u. Geschichtsf. 1878. S. 262. 264). Die Bedeutung „Gewächs", „Pflanze", welche gemeiniglich dem Ideogramm verliehen wird, ist augenscheinlich eine zu weite und unbestimmte. Vielmehr werden damit nur solche Gewächse bezeichnet, von denen irgendwie wohlriechende, harzige Stoffe gewonnen wurden: auch die Cypresse, *burâšu* (s. u.), wird ideographisch als *ŠIM. LI* bezeichnet wegen des Harzes von balsamischem Geruch, das die Cypresse liefert. Ja, ich gehe weiter: *ŠIM* bezeichnet für sich überhaupt keine Pflanze, vielmehr lediglich das harzige Product derselben, und erst durch das neuvorgefügte Ideogramm für den Begriff „Baum" = *iṣ* wird die ideographische Zeichengruppe = *iṣ ŠIM LI* d. i. „Baum des Li-Harzes" das Ideogramm für den Begriff „Cypresse". Dass wir auch bei der Stelle der Tiglath-Pileser-Inschrift nicht an die Pflanzen oder Bäume selber, denn vielmehr lediglich an ein pflanzliches Product zu denken haben, ergiebt sich aus der Berechnung der Höhe dieses Tributesgegenstandes nach *bilât* d. i. „Talenten" = „Centnern" (gemeint ist das assyrische Talent zu 60 Minen à 2 Pfund). Ist in den Inschriften von den Pflanzen, insbesondere von Bäumen selber die Rede, so werden entweder diese einfach namhaft gemacht, oder aber es wird ausdrücklich noch ein *gušuri* d. i. „Balken", „Baumstämme" vorgefügt. So fragt sich nunmehr, an was für ein pflanzliches Product oder vielmehr Harz haben wir in unserem Falle zu denken? Da der Tributgegenstand ein solcher des Syrerkönigs ist und es eben jedenfalls um ein pflanzliches Product sich handelt, wird auch die Pflanze selber in dem von diesem beherrschten Gebiete oder wenigstens in nächster Nähe desselben anzutreffen gewesen sein. Nun kennen wir durch die Griechen und Lateiner ein wohlriechendes Harz des Namens Ledanon, auch Ladanon, das von der sog. Cistusrose gewonnen wird. Man begegnet dieser Pflanze ausser auf den griechischen Inseln, insbesondere Kreta und Cypern, des Ferneren auf der Sinaihalbinsel, ebenso in Palästina (sehr reich ist nach Furrer der Karmel an Cistusrosen), am Libanon, in Syrien bis zum Amanus und bis nach Aleppo hin[1]).

---

[1]) Ritter, Erdk. XV, 306; XVI, 482. 636; XVII, 639; XVII, 2 S. 1138. 1589.

Die Vermuthung, dass unter dem wohlriechenden Harze des Namens *ladanu*, dessen in der assyrischen Inschrift Erwähnung geschieht, eben jenes Ladan oder Ledan gemeint sei, drängt sich unmittelbar auf: die lautliche Übereinstimmung ist ja eine fast völlige. Aber gerade hier erhebt sich eine Schwierigkeit: ist doch der arabische Name für das betreffende Harz, nämlich لادن erst von den Griechen zu den Arabern gekommen (Gesenius). In der That hat der Name mit dem langen *â* in der ersten und dem kurzen *ă* in der zweiten Sylbe nicht das Aussehen eines gnesio-arabischen Wortes: das Wort wird in dieser Beziehung mit عَلَمٌ = עֶלֶם (Ewald, gramm. Arab. I, 145) auf gleiche Stufe zu stellen sein. Dass aber anderseits ebensowenig bei den uns überlieferten Varianten in der Aussprache des Namens der Pflanze, von welcher das Harz erzielt wird[1]), an eine griechische Herkunft desselben zu denken ist, dürfte ebensosehr einleuchten. Dazu berichtet uns Herodot (III, 112), dass die Araber das Harz, das die Griechen λήδανον nenneten, ihrerseits als λάδανον bezeichneten. Also schon im 5. Jahrhundert vor Chr. kannten die Araber das in Rede stehende Harz unter dem betreffenden Namen; die Variante in der vocalischen Aussprache ist hier gleichgültig. Dass aber die Araber bereits um diese Zeit und noch vorher den Namen einer Pflanze oder eines Harzes sollten von den Griechen entlehnt haben, hat schon an sich wenig Wahrscheinlichkeit, vollends dieses, da es sich da um ein pflanzliches Product handelt, das jedenfalls seit Alters in der unmittelbarsten Nähe Arabiens und wenigstens in späterer Zeit in Arabien selber (Plinius) gewonnen ward, wobei freilich doch wohl nur an das nördliche Arabien zu denken ist. Wir gelangen so zu dem Schlusse, dass Griechen wie Araber, die letzteren wenigstens ursprünglich und zunächst, gleicherweise den Namen von anderswoher empfingen[2]), und da bleibt kein anderes

[1]) λῆδον, λ.ηδῶν, λήδων, λίδων, λάδων s. Steph. Thes. V p. 239 sq. ed. Paris.; Movers, Phön. III, 1 S. 224.

[2]) Dass die von den Lexicis überlieferte Aussprache bezw. Schreibweise لادن auf die Griechen zurückgehe, wäre damit allerdings noch nicht ausgeschlossen: haben doch dieselben Araber das aus dem ächt-arabischen بَشَام zuletzt umgestaltete بَلَسَان = „Balsambaum“ sicher erst aus der Fremde wieder zurückerhalten (s. u.).

Gebiet übrig, als Syrien und Palästina, das eben kraft seiner geographischen Lage die gewünschte Brücke zwischen dem Nordwesten und Süden bildet und von dem wir wissen, dass von hier schon in der allerfrühesten Zeit dieses Harz, zunächst nach dem Süden bezw. Südwesten, nach Ägypten ausgeführt ward (1. Mos. 37, 25). Dass nämlich das an dieser Stelle als von einer ismaelitischen, aus Gilead kommenden Karawane nach Ägypten geführte *Lôṭ* eben das in Rede stehende *Ladanum* ist, darüber dürfte jetzt wohl Einstimmigkeit herrschen (LXX u. Vulg. στακτή „Myrrhenöl"). Allerdings sollte man statt des weichen *d*, mit welchem das hebräische ד hier correspondiren würde, im Griechischen ein θ erwarten, da in der älteren Zeit hebräisch-phönizisches ד regelrecht in die Aspirata übergeht (s. Lagarde, Gesammelte Abhandlungen. Leipzig 1866 S. 255). Indessen darf man dabei doch nicht übersehen, dass es sich in diesem Falle um einen auf dem Wege des Verkehrs von Volk zu Volk gewanderten Namen handelt. Konnte assyrisch *šakan*, *šaknu* ins Hebräische als סָגָן, *Šarrukin* in dasselbe als שַׂרְגֹן anderseits *Dumûzi* in das gleiche als תַּמּוּז, *rab-dan* als רַבְשָׁקֵה (Del. *Gargamis* als כַּרְכְּמִישׁ und gar assyrisch *dupsar* als טִפְסַר (Lenormant) übergehen, während doch in allen diesen Fällen es sich um einen Übergang von Wörtern zwischen zwei gleicherweise semitischen Sprachen handelt, so wird vollends nicht der Übergang eines emphatischen *t* in eine Media, sei es zwischen Griechisch und Semitisch, sei es zwischen der einen und der andern semitischen Sprache bei Herübernahme von Namen überraschen oder gar als unmöglich bezeichnet werden können. So nehmen wir denn keinen Anstand nicht bloss bei der bisherigen Gleichstellung von לֵט und *Ledon* bezw. *Ladanum* zu beharren, sondern weitergehend auch das von den Assyrern als Tributgegenstand eines Syrerkönigs aufgeführte wohlriechende Harz des Namens *ladunu* zu derselben Gruppe heranzuziehen, und wie das griechische *ledon, ledanon*, so auch das hebräische *lôṭ*, aber auch arabische *lâdan* und assyrische *ladun* auf ein und dieselbe Pflanze, die Cistusrose, bezw. auf das von derselben gewonnene Harz zu beziehen. Da Syrien-Palästina recht eigentlich die Heimath der Cistusrose ist; der assyrische Name des Harzes, bezw. der Pflanze sicher der heimisch aramäische war; da nachweislich auch sonst solche Namen von orientalischen Handelsproducten durch die Vermittlung der Aramäer zu den Griechen kamen (s. u. S. 418), so liegt es nahe, die bei den Assyrern uns

überlieferte Aussprache *ladunu* als diejenige Grundaussprache des Namens zu betrachten, aus welcher sich die verschiedenen Namen der Pflanze, bezw. des Harzes derselben bei den Griechen einerseits, bei den (alten) Arabern anderseits erklären. Die Hebräer mit ihrer Aussprache *lôṭ* nehmen allen übrigen gegenüber gleicherweise eine Sonderstellung ein.

Es mag mir gestattet sein, bei diesem Anlass ein Wort hinzuzufügen über den in der citirten Bibelstelle 1. Mos. 37 neben dem *Lôṭ-Ladanum* und Traganth noch aufgeführten „Balsam“ (gemäss der hergebrachten Übertragung). Das hebräische Wort, das mit „Balsam“ wiedergegeben wird, ist צֳרִי. Während nun die älteren Exegeten überwiegend darunter den aus der (arabischen) Balsamstaude auströpfelnden Stoff verstanden, hat man neuerdings (Movers, Dillmann u. A.) von diesem eigentlichen „Balsam“ das צֳרִי als das balsamische Harz des Mastixbaumes und der Terebinthe gesondert, ein Balsam, der, in Gilead gewonnen, besonders zur Heilung äusserer Schäden verwendet wurde (LXX u. Vulg. bieten ῥητίνη *resina* d. i. „Harz“ überhaupt). Und damit wird man Recht gehabt haben. Die eigentliche Balsamstaude, die den sog. Mekka-Balsam liefert, kommt in Palästina und Syrien gar nicht vor; ihr Harz konnte also nicht von Gilead nach Ägypten durch Karawanen verführt werden. Immerhin erhellt aus einem bereits von Delitzsch behandelten assyrischen Syllabar II R. 36, 1-3 *c. d*, dass der eigentliche Balsam den Assyrern sehr wohl bekannt war: neben *udû* d. i. عُود „Aloë“ und *rišḳu* d. i. רִשְׁקָא die „Narde“ wird a. a. O. auch namhaft gemacht *ba-ša-mu*, spr. *bašâmu*, d. i. „Balsam“ und zwar wird hier, da das Holz-Determinativ fehlt, nicht an die betr. Sträucher, denn vielmehr an die harzigen Producte, resp. Ausschwitzungen derselben zu denken sein[1]), während im Arabischen بَشَام nur die Staude, nie das harzige Product derselben bezeichnet. Zugleich erhellt, dass die Aussprache des in Rede stehenden Wortes mit der Liquida (*l* oder *r* s. sogl.) vor dem zweiten Radical nichts Ursprüngliches ist und dass dieselbe einfach auf Rechnung der Aramäer zu setzen ist, welche den Namen der Pflanze als fremden Eigennamen

[1]) Also wie im Griechischen, wo βάλσαμον ebensowohl Name der Balsamstaude, als auch des Harzes derselben ist, welches letztere freilich daneben bestimmter als ὀποβάλσαμον bezeichnet wird.

überkamen und denselben in Analogie von כָּרְסֵא, ܟܘܪܣܝܐ = ass. *kussu*, hebr. כִּסֵּא[1]) u. ähnl. umformten. Von den Aramäern gelangte das Wort in dieser Umformung als *βάλσαμον*, (*ὀπο*)*βάλσαμον* zu den Griechen und von diesen wieder als بَلَسَان zurück zu den Arabern. Was sich Movers Phöniz. III, 1 S. 226 Anm. 83 *a* bei der Aussage: „die chaldäischen und syrischen Bezeichnungen אֲפַרְסְמוֹן, אֲפַרְסְמָא, בַּלְסְמוֹן, ܟܘܪܣܝܐ sind schwerlich durch das Griechische, eher durch das Persische vermittelt" gedacht hat, ist mir unerfindlich.

Übrigens bedarf es wohl kaum der ausdrücklichen Bemerkung, dass diese letzteren Aromata nicht etwa von Westen und Norden über Syrien, denn vielmehr von Süden, bezw. Südwesten direct von der arabischen Halbinsel aus über Gerrha und etwaige andere Emporien, insbesondere über die Bahrain-Inseln nach dem Delta des Euphrat und Tigris und so nach Babylon gelangten. So begegnen wir, anders als in dem oben betrachteten Falle (bei *ladunu*), auch bei den Assyrern und Babyloniern der heimisch-arabischen, nicht der aramäischen Aussprache des in Rede stehenden Wortes für Balsam. Vgl. hierzu Ritter Erdk. X, 39. 180.

II.

In den Inschriften desselben Tiglath-Pileser II. begegnen wir noch einem anderen Pflanzennamen, den seinem eigentlichen Sinne nach aufzuhellen lange nicht gelingen wollte. Wir sind der Ansicht, dass das Richtige bereits längst von G. Smith divinatorisch erschlossen wurde, und es lediglich der mangelnden Beweisführung zuzuschreiben ist, dass man das Richtige so lange verkannte.

In seiner Prunkinschrift aus dem 17/18. Regierungsjahre (II R. 67) berichtet uns Tiglath-Pileser Z. 23 flg., dass er vor der Stadt Sapi (*Sa-pi-i'*), der Residenz des Babyloniers Chinzer von Amukkan die Anpflanzungen von Musuḳḳan-Bäumen vernichtet, die Stämme derselben umgehauen habe: *kiri* (*iṣ*) *mu-suḳ-ḳan-ni ša di-iḫ duri-šu a-kis-ma išti-i'n ul i'-zib* „die Anpflanzungen von Musuḳḳan-Bäumen, welche vor seiner Burg (eigentlich „anstossend an seine Burg"), hieb ich um und liess nicht einen übrig". Bei dieser Aussage ist zunächst der Ausdruck [cuneiform] = *kiru* „Anpflanzung" d. i.

---

[1]) Dieses ist übrigens, wie längst erkannt, im Aramäischen und Hebräischen ein, dem Assyrischen entlehntes, Fremdwort, wie „Thron" in unserer Sprache, und ist akkadischen Ursprungs.

„künstliche Baumpflanzung“ im Gegensatze zu [cuneiform] = *kištu* d. i. „(natürlicher) Wald“ zu beachten. Der in Rede stehende Baum wird ein in den Augen des Assyrers jedenfalls kostbarer gewesen sein. In der Niederlegung dieses Prachtwaldes schändete man zugleich den König, der ihn angelegt oder gepflegt. Dadurch sind zunächst die gewöhnlichen Nadelhölzer der Species Fichte, aber auch die Ceder und Cypresse, für welche ohnehin andere Bezeichnungen im Gebrauche waren, ausgeschlossen, vgl. in dieser selben Inschrift Z. 73, wo unter anderm neben Ceder und Dupranholz noch das Musuḳḳanholz als ein solches Holz namhaft gemacht wird, aus welchem die Thore des Palastes hergestellt wurden.

Wir wenden uns zu einer Stelle der Standard-Inschrift Ašurnaṣir-habal's Z. 18, mit welcher die Parallelen der übrigen Inschriften desselben zu vergleichen sind. Hier berichtet uns der Assyrerkönig, dass er sich einen Palast erbaut habe aus I'riniholz, aus Surwanholz, aus Dapranholz, aus KU-Holz, aus Misḳanholz, aus Buṭniholz und endlich aus Ṭarpihholz.

Bis auf eine Holzart, nämlich das [cuneiform] *KU* und die in Rede stehende sind alle übrigen im Wesentlichen sicher bestimmbar: *i'rin* = hebr. אֹרֶן ist assyr. die Ceder; *šurvan* = aram. שׁוּרְבָּנָא, ܫܘܪܒܢܐ (s. u.), mit dem schon Oppert es zusammengestellt hat (E. M. II, 347)[1]), scheint eine der Cypresse nahe stehende Conifere zu sein, obgleich den Assyrern der, wie es scheint, eigentliche Name für Cypresse, *burášu* = hebr. בְּרוֹשׁ, jedenfalls ebenfalls bekannt war (s. Keilinschrr. und Geschichtsf. 194 Z. 9; 532, und vgl. für das Ideogramm Del. ass. LST. 2A. 30, zu Nr. 137); dasselbe gilt von *dupran*, auch *dapran* = ܕܒܪܢܐ (Oppert a. a. O.), das aber wohl zweifellos für den Wachholderbaum *juniperus* zu halten (Payne-Smith s. v. vgl. m. Lane s. عرعر); *buṭnu* sicher בֹּטֶן die Pistazie; *ṭarpi'* endlich طَرْفَاءُ die Tamariske. Man sieht, die Zahl der, abgesehen von den aufgeführten, zu Bauholz verwendbaren Holz- und Baumarten ist erheblich reducirt. Allerdings wissen wir nicht sicher,

---

[1]) Aus dem neuerdings V. Rawl. 26, 11 ff. veröffentlichten Syllabar über die Namen verschiedener Waldarten ersehen wir nunmehr, dass *šur-man* (*van*) die akkadische und *šur-mi'*(*vi'*)*-ni* die assyrische Aussprache des betr. Baumnamens war; zugleich, dass der Name nicht semitischen, denn vielmehr sumi'risch-akkadischen Ursprungs ist.

was unter dem übrigbleibenden *iṣ KAL* und was unter dem *iṣ KU* zu verstehen. Indess führt jedenfalls jener Ausdruck *iṣ KAL* = „starker Baum“ auf eine Baumart etwa wie die Eiche oder Terebinthe, wie denn diese Baumart auch Sanherib (Tayl. Cyl. III, 37) unter den vom Hizkia von Juda empfangenen Tributgegenständen aufführt, alle übrigen Holzarten unter dem Ausdruck *iṣ KU nin-šum-šu* d. i. „Ku-Holz allerlei Art“ zusammenfassend, wozu ich noch bemerken darf, dass, da das Ideogramm *KU* sonst soviel wie „Beistand“, „Hülfe“, „Dienst“ bedeutet, der Sinn des Ideogramms sammt Beisatz wahrscheinlich einfach der von „Nutzholz allerlei Art“ ist. Eine auch in Palästina vorkommende Baumgattung ist mit letzterem Ausdruck jedenfalls nicht in Aussicht genommen: die Palme, die man sicherlich nicht von Palästina nach Assyrien geschleppt hätte, da man diese, die in Babylonien und bis nach Assyrien hinauf vertreten war, viel näher hatte (s. u.). — Auch in den Sargons-Inschriften geschieht wiederholt des Musuḳḳanholzes Erwähnung; aber auch hier wird seiner niemals wie der Cedernstämme vom Amanus und Libanon oder des *iṣ Kal-* und *iṣ Ku*-Holzes als eines Tributgegenstandes Erwähnung gethan. Des Holzes *mussiḳ(t)ḳannu* (so hier), auch *musuḳḳanni*, wird Erwähnung gethan als eines solchen, aus welchem der König wie aus Elfenbein, aus *KAL*-Holz, aus *KU*-Holz, aus *ṭ'rini-* (Cedern-), aus *šurvan-*, aus *dupran-*, aus *burâšu-* (Cypressen-) Holz, endlich aus *buṭni-* oder Pistazienholz, seinen Palast erbaut habe (Khors. 158. 159 sammt den Parallelen); und zugleich als eines solchen, aus welchem er wie aus Surwanholz die Thüren des Palastes hergerichtet habe (ebend. 161); doch lässt sich diesen Stellen für die Bestimmung der in Rede stehenden Holzart Näheres nicht entnehmen, es sei denn — vgl. die letztere Stelle —, dass es eine edlere, mit dem hochgeschätzten Cedernholze auf gleicher Stufe stehende Holzart war.

Wir kommen zu Sanherib. Der Sohn Sargons erzählt auf seinem Taylor-Cylinder gelegentlich seines Berichts über seinen ersten, den babylonischen, Feldzug (Tayl. Cyl. I, 54, vgl. Bell Cyl. Grot. 18), dass er von Nabubi'lzikri, dem Präfecten von Charati, ausser Gold, Silber u. s. w. auch (*iṣ*) *musuḳḳanni rabûti* d. i. „grosse Musuḳḳanbäume“ als Tribut entgegengenommen habe. Es leuchtet ein, dass wir es hier bei Sanherib in derselben Weise mit einem in Babylonien in eminentem Sinne heimischen Baume

zu thun haben, wie vorhin bei Tiglath-Pileser. Bei dem Berichte ferner desselben Sanherib über seinen Palastbau auf dem Bell.-Cyl. 57 fehlt auch das Musuḳḳanholz nicht: die Aufzählung ist im Übrigen ganz wie die der oben angezogenen Sargons-Inschrift.

Asarhaddon erzählt uns auf dem sog. schwarzen Aberdeen-Steine in der IV. Columne von seinen in Babylon vorgenommenen Bauten, bei welchen er wiederum die dabei verwendeten Holzarten aufführt. Hier fehlen die Ceder, das Surwanholz, das Dupranholz, also die Nadelhölzer Syriens und Palästinas, des Amanus und des Libanon; dagegen erscheint wieder (neben *iṣ KAL*) das *Mus-si-ḳan-na*-Holz (IV, 13). Auch die westasiatischen, palästinensisch-syrischen Baumarten für die Babylonier herbeischaffen zu lassen, davon dispensirte sich hier also der Assyrer! Wohl liess auch er Cedern und Surwanholz auf dem Libanon und dem Sirar (Sirjôn) fällen (Asarh. Cyl. V, 15. 16), jedoch dieses lediglich, um diese herrlichen, aber durch ihren Transport sehr kostspieligen, Baumstämme nach Niniveh zu schaffen, um sie dort als Bauholz für seinen eigenen Palast zu verwenden (V, 24 ff.), wie das Gleiche von Asurbanipal gilt (X, 78. 79), der im Übrigen des Musuḳḳanholzes nicht Erwähnung thut. Anders freilich Nebukadnezar — wie zu erwarten. Der Besieger Necho's, der Eroberer Syriens und Palästina's — dass dieser Herrscher seinen neuhinzuerworbenen Herrschaftsbesitz nicht auch werde zur würdigen Ausstattung seiner babylonischen Prachtbauten ausgenützt haben, ist von vornherein nicht anzunehmen. So begegnen wir begreiflicherweise wiederholt in seinen Inschriften dem Cedernholz als einer zu seinen Bauten verwandten Holzart EIH. II, 31; III, 41; VI, 11. 37; VIII, 3; IX, 9, und dieses einmal mit der ausdrücklichen Bemerkung, dass er diese Cedernstämme vom Libanon geholt habe (Neb. Grot. III, 37); vgl. auch EIH. II, 34 den Zusatz[1]): „Erzeugniss der Berge". Col. IX, Z. 10 wird auch der Holzart *šurvin*, wie sie hier statt *šurvan* heisst, vgl. aram. ܫܘܪܒܝܢܐ neben שׁוּרְבָּנָא, Erwähnung gethan. Beachtenswerth aber ist, dass wiederholt neben dieser zweifelsohne besonders hochgeschätzten Ceder ausschliesslich das in Rede stehende Mussiḳḳanholz namhaft gemacht wird (EIH. II, 31; III, 41; Neb. Grot. II, 22;

---

[1]) Geschrieben *šu-úr-mi-ni*; daneben findet sich in dem Syllabar V. Rawl. 26, 17*h* auch die, sicher correctere, Schreibung *šur-mi'-ni* (s. o.).

Bors. I, 21; Bab. I, 25). Es muss dasselbe selber somit ein besonders kostbares Holz gewesen sein, wie denn auch die mit Gold und Silber eingefassten und mit Kupfer überzogenen Prachtdoppelthüren des königlichen Palastes aus Mussiḳḳan-, Cedern- und Cypressenholz hergestellt wurden (EIH. IX, 9. 10).

Wir ziehen nunmehr die aus dem Ausgeführten sich ergebenden Schlüsse. Wir fanden:

1. Das Musuḳḳanholz erscheint verwandt bei Bauten in Ninive und in Babylon;

2. dasselbe erscheint, wenn es Tributgegenstand ist, lediglich als solcher eines besiegten babylonischen, näher südbabylonischen Machthabers;

3. ein Hain von Musuḳḳanbäumen wird vom Assyrerkönig vor der südbabylonischen Stadt Sapî' vernichtet durch Umhauen der Stämme;

4. das Musuḳḳanholz muss ein geschätztes Bauholz gewesen sein.

Dahingegen

1. erscheint das Musuḳḳanholz niemals als ein Tributgegenstand westlicher, syrisch-palästinensischer Völker;

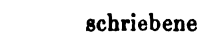
2. wird der Musuḳḳanbaum niemals als ein in Westasien, von den Assyrern etwa auf dem Libanon und Amanus gefällter Baum bezeichnet (vgl. noch Asurn. III, 89).

Wir haben es demgemäss sicher mit einem in Mesopotamien und insbesondere in Babylonien, wie es scheint, näher noch Südbabylonien heimischen Baume zu thun. Dadurch ist zunächst der Baum ausgeschlossen, an den man bisher in der Regel gedacht hat: der Mastixbaum, *pistacia lentiscus*. Dieser Baum verdankt seinen Ruf in erster Linie dem aus ihm hervorquillenden Safte. Sein Holz gilt weder als besonders kostbar, noch ist es je als Bauholz von irgend erheblicher Bedeutung gewesen. Dazu ist es ein Baum, dem wir wohl in den westlichen Ländern: Syrien, Palästina, am Mittelmeere begegnen, nicht aber, — bin ich anders recht unterrichtet, — oder nur ganz vereinzelt im Osten, in Babylonien. Was zu dieser Gleichstellung dieses unsern Musuḳḳanbaumes mit dem Mastixbaume überall Anlass gab, war ohnehin einzig und allein der Name, indem man (Oppert, Exp. II, 347) denselben in der Aussprache *muṣuḳḳan* oder *muṣṣuḳḳan* durch die semitisch-hebräische

Mittelform מצטקי mit dem arabischen Namen des Mastixsaftes مَصْطَكَا zusammenstellte. Nun aber ist dieses arabische مصطكا fragelos das griechische μαστίχη (nicht μαστίκη) und aus dem Griechischen ins Arabische überhaupt erst gekommen. Dazu bezeichnet dieses arabisch-griechische Wort eben das Harz des Baumes, gar nicht den Baum selber, *pistacia lentiscus*, welcher vielmehr σχῖνος heisst. Demgemäss ist jene Zusammenstellung aus sachlichen wie etymologischen Gründen aufzugeben.

Sehen wir uns nun nach einem anderen etwa in Betracht zu nehmenden Baum um, so wird von den schon so wie so stark vertretenen Nadelhölzern von vornherein abzusehen sein. Es muss anderseits zunächst gemäss dem Ausgeführten ein Baum sein, der in eminentem Sinne in Babylonien angetroffen wird, der gewissermassen dort zu Hause ist. Es muss ferner ein Baum sein, der dort gern in „Anpflanzungen" (*kiru*) beisammen steht; es muss ein Baum sein, den zu vernichten und durch dessen Vernichtung dem Feinde einen erheblichen Schaden zuzufügen es sich verlohnte; es muss endlich ein hochgewachsener Baum sein. Sehen wir uns also nach einem solchen, dazu nicht bereits durch die neben ihm sonst namhaft gemachten Baumarten ausgeschlossenen, babylon. Prachtbaume um, so bietet sich von selbst, und jedenfalls in erster Linie, die Palme dar. Der Reichthum Babyloniens, vor Allem Südbabyloniens an Palmen ist bekannt[1]); bekannt nicht minder, wie dieselben in Hainen, sog. Palmenwäldern zusammenstehen und durch ihren schlanken, kerzengeraden Wuchs einen imponirenden Anblick gewähren. Wenn auf irgend einen nicht zur Fichtengattung gehörigen babylonischen Baum das Product *rabûti*, welches den als Tributgegenstand von Sanherib aufgeführten Musukḳanbäumen beigelegt wird, passt, so ist es die Palme. Zu beachten ist dabei noch, dass auf einem in Niffer, also in Babylonien, gefundenen Alabasterfragmente die Palme im letzten Grunde an der Stelle erscheint, welche sonst der sog. heil. Baum einnimmt (Lay. Nin. u. Bab. D. A. XXI, *A. A*): in der Mitte einer bildlichen Darstellung, welche zur Rechten und Linken des Baumes zwei Ziegen (?) in der bekannten Wappenstellung

[1]) Nach Niebuhr wurden in Baṣra nicht weniger als 20 und einige verschiedene Arten von Datteln auf den Markt gebracht (Reise nach Arabien u. s. w. II, 225—227), und Strabo (p. 739) kennt in Babylonien neben der Palme nur „Gesträuch" (vgl. ebend. p. 742).

einander gegenüberstehend aufweist. Auch auf einem Cylinder des Museums im Haag (bei Mén. Catalogue Nr. 14; s. uns. Taf. Nr. 4) finde ich die Palme an der Stelle des heiligen Baumes: der Baum „garni de rameaux touffus et portant symétriquement des fruits“ (Mén. p. 29) ist natürlich eine Palme, wie die Vergleichung der Sanherib- und Asurbanipal-Sculpturen an die Hand giebt. Die mannigfache Verwendung ferner des Palmholzes als Nutz- und Schmuckholz (s. o.) ist bekannt. Wir sehen weiter, wie Tiglath-Pileser uns berichtet, dass er in (Süd-) Babylonien Musukḳan-Anpflanzungen umgehauen habe. Die Kujundschick-Sculpturen Sanheribs erläutern diese Aussage durch die bildliche Darstellung. Sie führen uns zunächst eine Landschaft vor, die von einem mit Fischen besetzten Flusse oder Canale durchzogen wird, an dem eine Stadt oder Burg belegen und dessen Ufer mit Rohr besetzt sind: auf den Mauern der so als eine babylonische gekennzeichneten Stadt erheben sich Palmen (Lay. Nin. u. Bab. VIII, *A*.). Vor wiederum einer solchen mit Palmen besetzten und von einem Flusse oder Canale umströmten Burg oder Stadt sehen wir assyrische Krieger genau das thun, was uns Tiglath-Pileser von sich berichtet: wir sehen sie hochragende Palmen umhauen und umstürzen. Der auf dem Originale (s. Layard, Monuments of Nineveh I, 73 rechts) der bildlichen Darstellung der Eroberung der betreffenden Stadt beigeschriebene Name  d. i. *Dil-bat-Ki* „Stadt der Delephat“, lässt darüber keinen Zweifel, dass wir es mit einer babylonischen Örtlichkeit zu thun haben; s. II Rawl. 50, 16*b*. — Vgl. noch Lay. Mon. II, 26. 41—43.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass derselbe Sanherib, welcher in der citirten Stelle des Taylor-Cylinders unter den in Empfang genommenen Tributgegenständen von Pflanzen lediglich Musukḳanbäume namhaft macht (s. vorhin), bei demselben Anlass berichtet Bell. Cyl. (Col. I, 60), dass er für die Götter von Assur eine dauernde, offenbar von dem Babylonierfürsten zu leistende Abgabe von unter Anderm 10 Ḳhômer Wein und 20 Chômer *suluppi* d. i. „Frühdatteln“, talmudisch שלופדין (Buxt. 2429)[1]), bestimmt habe.

Werden wir durch das Ausgeführte fast mit Nothwendigkeit darauf geführt, in dem babylonischen Musukḳanbaume die babyloni-

[1]) S. F. Del. Ass. L.S. 2. A. S. 4. Nr. 14. An Dattelblüthen im eigentlichen Sinne ist jedenfalls für das Assyrische nicht zu denken.

sche Dattelpalme zu sehen, so bliebe lediglich noch der Name zu erörtern übrig [1]). Semitischen Klang hat derselbe nicht. Dass derselbe ein semitischer sei, liegt zu erwarten auch gar kein Grund vor. Die Heimath des Palmbaums ist innerhalb des Zweistromlandes jedenfalls nicht das semitische Assyrien, denn vielmehr das ursprünglich und bis späthin zum guten Theil nicht-semitische Babylonien. Im Übrigen wäre es gar nicht unmöglich, dass die nicht-semitischen Babylonier den Baum nach seinem für ihn charakteristischen, hochgereckten, schlanken Wuchse — vgl. das oben angezogene *rabûti* — in ähnlicher Weise bezeichnet hätten, wie Kannanäer und Äthiopen, die die Palme bekanntlich תָּמָר, ተምርት d. i. „die schlanke, hochgewachsene" nennen. Es wird dieses der gemeinsemitische Name gewesen sein; denn wenn freilich die Aramäer den Palmbaum דִּקְלָא, die Araber ihn نَخْل nennen, so wissen wir anderseits, dass sowohl bei den Arabern als auch bei den Aramäern تَمْر, תַּמְרָא die Früchte desselben, die Datteln, bezeichnet. Als Name der Frucht hat sich eben der gemeinsemitische auch hier erhalten, und nur für den Baum hat sich eine jede dieser beiden Sprachen einen neuen und zwar eine jede einen besonderen Namen geschaffen. Ich meine nun, auch die alten nicht-semitischen Bewohner Babyloniens bezeichneten die Palme in ganz analoger Weise. In dem mittleren Element des vollen Namens: *mu-suḳ-ḳan*, *mu(s)-si(ḳ)-ḳan* = *suḳ*, *siḳ* erkenne ich das babylonische, mit demselben Zischlaut und demselben Kehllaut gesprochene sumi'risch-akkadische *saḳ* (סק) „Haupt", das mit der in bekannter Weise überhängenden Sylbe *saḳḳa* lautete und durch ein afformatives (*a*)*n* zu *saḳḳan* ward [2]). Das vorgefügte *mu* wird das II Rawlins. 59, 47*e. f.* durch *šamû* d. i.

---

[1]) Zu dem Wechsel der Aussprachen *musuḳḳan*, *mussiḳan*, *mussiḳ(ṭ)ḳan*, sowie zu der Aussprache mit *ḳ* (ק) vgl. Norris, Assyr. dict. 354. Die verkürzte Aussprache *misḳan* findet sich nur in den Inschriften Asurnaṣirhabals. Diese verschiedenen Aussprachen und Formen für etwas Anderes als Varianten eines und desselben, wahrscheinlich von fremdher ins Assyrische herübergenommenen Namens (s. u.) zu halten, scheint mir, da sich die verschiedenen Schreibungen in den verschiedenen Inschriften einander substituiren, kein genügender Grund vorzuliegen. Für die Lesung des Zeichens als *mus* s. Oppert im J. A. V. 9 (1857) p. 206.

[2]) Oder ist an ein besonderes Bildungselement *ḳan* zu denken?

„Himmel" erklärte sumi'rische *mu* sein. Der Name würde sonach „himmelhäuptig" bedeuten, eine gewiss angemessene Bezeichnung gerade der hochgereckten Palme mit ihrer charakteristischen Krone. Zu der Umwandlung der Aussprache des sumi'risch-akkadischen *musaḳḳan* in *musuḳḳan*, *mussiḳan* u. s. w. bei Herübernahme ins Assyrisch-Semitische vergl. das oben angezogene akkad. *šurman*, *šurvan* = assyr.-semit. *survin*, bezw. *šurbîn*.

Anhang. *Die Palme als heiliger Baum auf den babylonisch-assyrischen Denkmälern.*

Seit lange hat wie Archäologen so die assyriologischen Fachmänner die Frage beschäftigt, was für ein Baum ursprünglich bei der bildlichen Darstellung möge intendirt gewesen sein, welche unzähligemal auf den assyrischen Reliefs und babylonischen Siegelcylindern uns entgegentritt und die auch die getreuen Nachahmer der assyrischen Sculptur, die Perser, sich angeeignet haben. Ich meine den sogen. heiligen Baum, zu dessen beiden Seiten je eine geflügelte menschenähnliche Figur, theils mit menschlichem Antlitz, theils vogelköpfig, in anbetender Stellung verharrt. Ich selber habe mich, Ausgang nehmend insbesondere von jener auf den Prachtgewändern des Königs erscheinenden bildlichen Darstellung desselben, die ich für die alterthümlichste hielt, für die Cypresse oder eine Pinusart als diejenige Baumgattung entschieden, welche für diese schematische Darstellung Modell gestanden[1]). Ich liess mich bei dieser Annahme durch den doppelten Umstand leiten, einmal dass die Zweige des Baumes unterhalb der Krone in durchweg horizontaler Richtung symmetrisch einander gegenüberstehen, und sodann, dass es augenscheinlich Pinuszapfen irgend welcher Art sind, welche die Anbetenden in ihren Händen halten. Eins bleibt aber bei dieser Ansicht unerklärt: dass die siebengetheilte Krone des Baumes entschieden breitzweigig, blattartig ist, durchaus nicht einer Krone von Nadelhölzern ähnelt. Eine genauere Vergleichung mehrerer inzwischen mir bekannt gewordener Darstellungen auf Cylindern lässt es für mich hinfort nicht zweifelhaft erscheinen, dass derjenige Baum, der bei dem sogenannten heiligen Baum der

---

[1]) Fr. Lenormant dachte neuerdings an die indische Somapflanze. S. dessen *Les origines de l'histoire*. Par. 1880. p. 78.

Babylonier und Assyrer den Prototypus abgab, nicht eine Pinusart, sondern die Palme ist, dass aber anderseits jener Baum in der Gestalt, in welcher er uns auf den Denkmälern Asurnaṣirhabal's und sonst entgegentritt, eine Verquickung der Gestalt der Palme mit der einer Pinusart repräsentirt.

Dass zunächst bereits die naturalistisch gezeichnete Palme in der That an der Stelle des schematisch gehaltenen heiligen Baumes erscheint, ist schon oben bemerkt (s. S. 423 flg.). Nun wird auf den Reliefs und Cylindern gleicherweise die naturalistisch gezeichnete Palme in der Weise dargestellt, dass die Früchte des Baumes, näher die Datteltrauben, in einem oder ihrer zwei Exemplaren je auf beiden Seiten des Stammes unter der Krone des Baumes herabhängen. S. die Abbild. Lay. Nin. u. s. Überr. Fig. 19 = Mon. I, 73 (je zwei Datteltrauben auf jeder Seite des Stammes herabhängend); Nin. u. Bab. VIII, *B* theils zwei, theils eine Traube auf jeder Seite; Cylinder Mén. catalogue Taf. III Nr. I4 je eine Traube (s. auf der beigegebenen Tafel Nr. 1—4); vergl. auch die prächtige, durchaus naturalistisch gehaltene Abbildung der Palme auf dem bekannten Relief Asurbanipals, das den König auf dem Ruhebett gelagert, die Königin auf einem Throne neben ihm sitzend darstellt (hier, wie bei allen ausgeführten Zeichnungen, zwei Trauben!). Eine Vergleichung namentlich der hier gebotenen Darstellung der Palmenkrone mit der Blätter- oder Zweigkrone des heiligen Baumes giebt die ursprüngliche Identität beider Darstellungen deutlich an die Hand (vgl. aber auch die Darstellung bei Lay. Nin. und Bab. Taf. VIII Nr. *B*, und s. uns. Taf. Nr. 3). Erheblich schematischer, dazu symmetrisch geordnet erscheinen bereits die Zweige auf der Cylinderdarstellung bei Ménant a. a. O. (s. Abbild. Nr. 4). Nur ein Schritt weiter ist jene Darstellung auf dem altbabylonischen Cylinder, welche wiederholt zu sehr weitgehenden mythologisch-religionsgeschichtlichen Combinationen Anlass gegeben hat: ein siebenzweigiger Baum mit je einer zur Seite des Stammes herabhängenden Frucht, je eine sitzende Figur zu den beiden Seiten des Baumes (G. Smith, chald. Genesis, D. A. Leipz. 1876 S. 87; s. Abbild. Nr. 5). Die beiden herabhängenden Früchte sollen sicher Datteltrauben sein, und der Baum kann somit nur eine Dattelpalme vorstellen sollen. Bedürfte es noch eines Beweises, so würde die Darstellung auf dem babylonischen Cylinder (s. Nr. 4 d. Taf.), welcher uns zwei je zu beiden Seiten einer Palme stehende Figuren

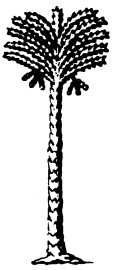
vorführt, von denen jede mit der einen Hand eine Datteltraube er fasst, jeden Zweifel beseitigen. Denkt man sich nun die sich nei genden Stengel mit der herabhängenden Frucht in horizontale Lag gebracht und symmetrisch geordnet (beachte hiezu auch die höch lehrreichen Übergangsformen mit den sich durchschneidenden Fruch stengeln bei Nr. 7 und 8[1]), dazu nach dem Siebensystem vervie fältigt, so hat man bereits in seinen Grundzügen den schematische heiligen Baum in seiner ältesten und einfachsten Gestalt (s. Nr. 6 Verwandelt man die Fruchttrauben in Blüthenkelche von je siebe Blättern, verbindet diese unter einander und mit dem Stamme durc breite Bänder, so hat man die verschnörkelte Gestalt des heilige Baumes (Nr. 9), wie sie wesentlich stereotyp auf den Reliefs se Asurnaṣirhabal erscheint.

Woher nun aber die pinuszapfenartige Gestalt der Au läufer dieser Stengel oder Zweige bei der ältesten Form des Baume (Nr. 6) und woher die Pinuszapfen in den Händen der anbetende Figuren? — Beides erklärt sich mir genügend nur aus einer Ver quickung der Palme als eines heiligen Baumes mit einer Pinusa als gleicherweise eines solchen. Die Gestalt der Palme (beach für diese selbst noch in Nr. 6 und 9 die an die Darstellung de Palmenstammes in Nr. 3 mahnende gerippte Darstellung de Stammes!) erscheint so durchsetzt mit den charakteristischen Eige thümlichkeiten einer Coniferenart. Und dass in der That die Assyr unter Umständen die Conifere in gleicher Weise darstellten, zeig die naturalistisch gehaltene Abbildung bei Layard, the monument of Nineveh I. ser. pl. 46 Nr. 1, wo bei Bäumen mit den zapfen artigen Ausläufern der Zweige diese selben Zweige mit Nadel besetzt erscheinen — natürlich fehlt hier wie die gerippte Da stellung des Stammes, so die Blattkrone, d. i. die Zweigkrone de Palme. Ob die aufgezeigte Verquickung specifisch assyrische Ursprungs ist und erst von Assyrien dann auch nach Babylonie gelangt ist, muss vorerst noch dahin gestellt bleiben.

---

[1]) Für Nr. 8 s. bei G. Smith a. a. O. 84 (für Nr. 2 s. eben 92). Nr. 7 stammt vom Siegelcylinder Sanherib's (Lay. Nin. Bab. XVII, *O*); Nr. 6 nach Lay. mon. I, 6; Nr. 9 nach einer Photo graphie.

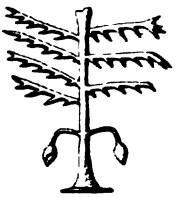
1.



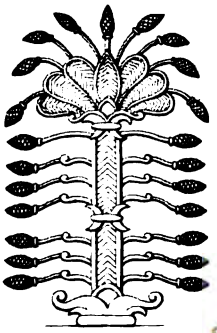
2.

3.

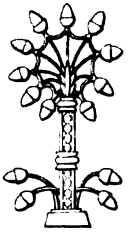
4.



5.

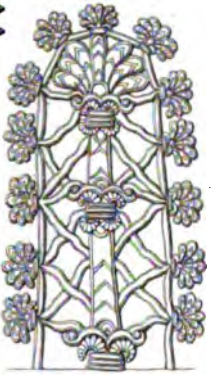


6.



7.

8.



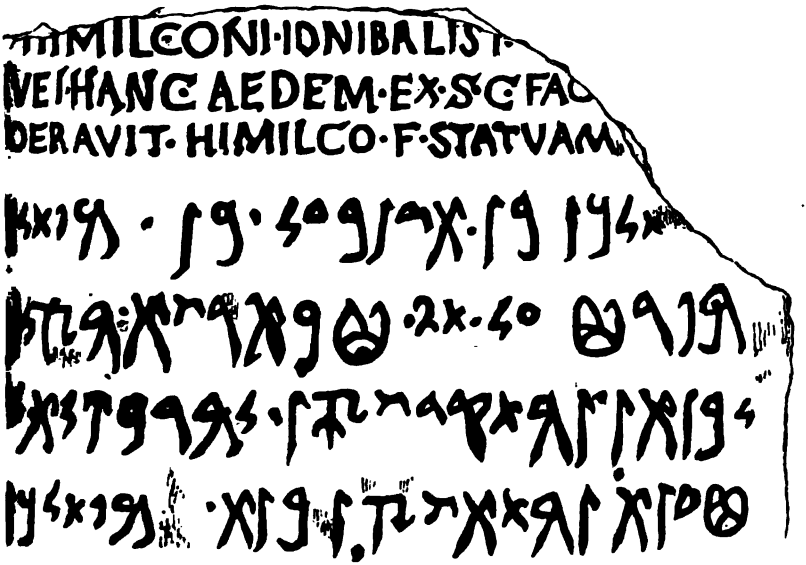
9.

Carl Leonh. Becker ac.

Hr. Dillmann las:

Über eine neuentdeckte punische Inschrift.

Von beifolgender zweisprachiger Inschrift aus Sulci auf Sardinien hat mir Hr. Mommsen gütigst einen Graphitabzug und einen Abklatsch eingehändigt. Dieselbe ist von Hrn. Dr. Joh. Schmidt in Halle, welcher im Auftrage des Hrn. Mommsen die Insel bereist und deren inschriftliche Denkmäler aufgenommen hat, aufgefunden und abgeschrieben worden. Sie findet sich in dem alten Sulci, dem heutigen S. Antioco, im Hofe des Hauses des Hrn. Joseph Angius auf einem grossen Marmorblock von 71^{cm} Höhe, 63^{cm} Breite, oben mit einem Loch zum Einlassen der Bildsäule. Ohne Zweifel befindet sich derselbe noch heute an der ursprünglich ihm angewiesenen Stelle.



Der lateinische Text lautet nach Hrn. Mommsen's Lesung:

HIMILCONI · IDNIBALIS F
QVEI·HANC·AEDEM·EX·S·C·FAC *iundam*
COERAVIT·HIMILCO·F·STATVAM *dedit*

Am Schluss von Z. 1 stand wohl *fi*[*lio*]; für *f. H*[*imilconis n.*] scheint Hrn. M. der Raum nicht zu reichen. Ihr Alter schätzt er auf die Zeit von Sulla bis auf Caesar.

Von dem phönikischen oder vielmehr punischen Text las ich nach dem Graphitabzug (da der Abklatsch bei dem Zustand meiner Augen für mich unbrauchbar war):

1 [לחמ]לכת בן אדנבעל בן חמלכת
2 הפרט על מ·טבאר·א ה....
3 ש בנא א ת המקדש ז ב ת להרבת לאלת
4 טענאתה מא מ צת בנא חמלכת

„Dem Ḥimilkat, dem Sohn des Adonibaal, Sohnes des Ḥimilkat, [2]..... [3]weil er baute dieses Heiligthum, ein Haus für die Herrin, die Göttin, [4]habe ich ihn errichtet aus meinem Vermögen, (ich) sein Sohn Ḥimilkat."

Ich dachte mir in den 3 bis 4 ersten Worten der Z. 2 Attribute des Himilco ausgedrückt, vermuthete in den 4 letzten Buchstaben derselben Zeile מצבת Denkstein, hielt deshalb den ersten Buchstaben der Z. 3 (ein ל) für ein verstümmeltes ש und bestimmte die über die Linie hinaufgerückten Buchstaben blos nach Conjectur. Da mir aber Z. 2 unklar blieb, bat ich Hrn. Prof. Euting in Strassburg um einen Versuch seinerseits, zugleich um Herstellung eines Facsimile's zum Zweck der Veröffentlichung der Inschrift in diesen Monatsberichten.

Das Facsimile, das er gütigst machte, ist hier im Holzschnittdruck beigegeben. Als Lesung übersandte er mir:

1 [ח]מלכת בן·אדנבעל·בן·חמלכת·
2 (oder הרט) הפרט? על·מי·טבארשא·השצ·מ???? (oder הותלנם) נ? ת?
3 לבנאת·תהמקדש שת·להרבת לאלת
(יתן?)
4 טענא׳ תהמאש שת·בנא·חמלכת

als Übersetzung:

1. [Hi]milkat, Sohn des Adonibaal, Sohnes des Himilkat,
2.
3. zu bauen (dieses?) Heiligthum der Herrin Elat.
4. Errichtet hat (dies?) Machwerk sein Sohn Himilkat.

Dazu bemerkte er: „auf eine Erklärung der 2ten Zeile, welche das Äquivalent für EX · S · C · enthalten muss, verzichte ich, namentlich das letzte Wort kann ich nicht einmal graphisch sicher konstatiren. Werthvoll ist, aus dieser Inschrift eine neue verkürzte Form des Accusativzeichens את (איח) feststellen zu können. Es erscheint hier als einfaches präfigirtes ח. Daraus erklären sich nachträglich einige andere, bisher als Nachlässigkeiten betrachtete Schreibungen, z. B. 9e Num. (Judas étude dém. Pl. 10 Z. 3/4 ist nicht שמם את קאל sondern שמא חקאל abzutheilen; besonders schlagend aber in der Neopunica 130 (ZDMG. 1876 XXX p. 284 ff.) Z. 1: מנא חמנצבת (wo Derenbourg abgetheilt hat: מן את המנצבת ich: מנאת המנצבת); diese Entdeckung wird wohl auch noch für die Enträthselung anderer unklarer Stellen von Einfluss sein. Z. 4 המאש ist als neupunische Schreibung für המעש d. i. הַמַּעֲשֶׂה zu betrachten. Das שח, eigentlich fem. zu masc. ש, scheint auch proklitisch als masc. gebraucht worden zu sein, so bei Plautus Z. 1 *macom syth* המקום שח."

Nachdem Hr. Euting die Güte gehabt hat, die Umrisse der Zeichen des Abklatsches mit Bleistift zu coloriren, und dadurch mir der Gebrauch desselben ermöglicht wurde, kann ich seiner Bestimmung der Zeichen so weit beistimmen, dass Z. 3 לבנאת חמקדש und Z. 4 מנא חמאש zu lesen ist, und demnach wird auch seine Entdeckung des proklitischen ח für איח richtig sein. Dagegen im letzten Wort der Z. 2, im 3. der Z. 3 und im 3. der Z. 4 glaube ich darf das Zeichen, welches er ש liest, nur צ oder ז gelesen werden, weil das dreimal (in Z. 2. 3. 4) sicher zu lesende ש constant die andere, und zwar immer dieselbe Form hat. Doch dürfte das für der Verwechslung der Zischlaute in der punischen Aussprache und Schrift (Schröder § 26) nicht von erheblichem Belang sein.

Bezüglich der Z. 2 hat die wiederholte Betrachtung des Abklatsches mir ergeben, dass das letzte Wort חצלכם (oder חזלכם) lautet, also ohne Zweifel *Sulci* (was Movers Phön. II, 2 S. 574 mit Unrecht bei Judas ét. dém. Pl. XXIX Z. 1 als צלכש finden

wollte) darin steckt. Ist das richtig, dann ergibt sich von selbst als vorangehendes Wort רשֵׁא, möglicherweise (wie im Samaritanischen) ארשֵׁא die Häupter (man müsste denn annehmen, dass das als ש gelesene Zeichen bloss der Rest vom Kopf eines ב sei und רבֵּא die Grossen vorziehen). Dann dürfte aber in מיטבא, beziehungsweise מיטב (wo der Punkt nach י sehr unsicher ist, freilich auch י selbst nicht so ganz sicher scheint) das Gutbefinden oder der Beschluss liegen, sei es dass ein Subst. מיטב (so dass man ארשֵׁא lesen müsste) oder dass מֶ יִטְבָּא das was für gut fanden zu verstehen ist. Es ergäbe sich dann dem EX·S·C· entsprechend auf den Beschluss der Häupter der Sulcier hin. Wäre nun das erste Wort der Z. 2 חרט zu lesen, so könnte das nur Perfect sein, und müsste nach einem bei andern Verben des Einschneidens geläufigen Bedeutungsübergang seinem Sinn nach als hat bestimmt oder angeordnet (auf den Beschluss hin u. s.w.) gefasst werden. Da aber bei dieser Auffassung Z. 1—3 und Z. 4 zwei unzusammenhängende selbstständige Sätze enthielten und von einer Widmung des Denkmals an Ḥimilkat gar nichts gesagt wäre und da vorn in Z. 1 dem Raum nach wohl noch ein ל der Zueignung vor dem jetzt ebenfalls verschwundenen ח gestanden haben kann, so ziehe ich meine ursprüngliche Lesung הפרט vor, und erkläre das entweder nach فرط der voranging bei dem Beschluss, d. h. ihn veranlasste, betrieb (vielleicht auch der an der Spitze stand gemäss dem Beschluss, zu bauen), oder nach dem hebr.-rabb. פרט der ausstreute d. h. spendete oder auszahlte. Bedenklich ist mir מאש für מעשה; da aber die Zeichen keine andere Lesung erlauben und eine Abbreviatur המ' für המצבת anzunehmen an sich und wegen des folgenden אש noch misslicher ist, so muss ich mich vorerst dabei beruhigen. Der Ausdruck מעשה ist dann gewählt, weil es sich nicht bloss um einen Denkstein, sondern eine Statue handelt (s. oben). Demnach möchte ich in Z. 1 [לה]מלכת, Z. 2 הזלכם (מֶ יִטְבָּא רשא oder) הפרט על מיטב ארשא, in Z. 3 זת statt כת ebenso in Z. 4 lesen und übersetzen:

1. Dem Ḥimilkat, Sohn des Adonibaal, Sohnes des Ḥimilkat,
2. {welcher voranging bei dem Beschluss / welcher spendete auf den Beschluss hin} der Häupter der Sulcier,
3. zu bauen dieses Heiligthum der Herrin, der Göttin,
4. hat errichtet dieses Kunstwerk sein Sohn Ḥimilkat.

Wer die Göttin sei, lässt sich nicht bestimmen. Bezüglich des In

haltes ist ausser den neuen Wörtern der Z. 2 (wenn sich deren Lesung bestätigt) und dem מאש Z. 4, sammt dem proklitischen ת und dem לתרבת Z. 3, namentlich die Lateinische Aussprache *Idnibal* des Namens אדרבעל, den man Adonibaal zu lesen gewohnt ist, bemerkenswerth.

Über die Eigenthümlichkeit der Schriftzüge mag der Paläograph Euting reden. Er schreibt mir: „Die Schrift ist neupunische Schrift, ältester Typus. Am alterthümlichsten ist noch das Lamed, das, obwohl klein, noch sämmtliche Winkel erhalten zeigt; ferner Bet, Dalet und Resch sind noch deutlich unterschieden und nicht in den einen schrägen Keil der späteren Zeit zusammengeflossen. Auch Kaph ist noch sehr deutlich von den verwandten Zeichen zu unterscheiden. Dagegen zeigen Nun und Tau schon eine bedenkliche Annäherung. Die Zischlaute Sin (Schin) (Ṣade?) lassen, weil unglücklicherweise an ungünstig erhaltenen Punkten der Inschrift sich findend, ihre Form nicht klar erkennen. An Schönheit der Züge kommt unserer Inschrift nur gleich die 12e Numidique bei Judas Étude Pl. XIII, und die „inédite de Ghelma“ bei Judas Nouv. Études Pl. II (beide jedoch jünger; Lamed schon in einem Zug). Worttrennung durch Punkte sonst in den neupunischen Inschriften nicht gebräuchlich.“

12. Mai. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. G. Kirchhoff las eine von ihm gemeinschaftlich mit Hrn. Hansemann ausgeführte Untersuchung über die Leitungsfähigkeit der Metalle für Wärme und Elektricität.

Hr. Mommsen legte folgende von Hrn. Dr. Constantin Jireček in Sophia an Hrn. Kiepert eingesandte Abhandlung vor:

Beiträge zur antiken Geographie und Epigraphik von Bulgarien und Rumelien.

Die antike Geographie der Balkanhalbinsel wird noch lange Zeit nicht aus dem auf ihr lastenden Halbdunkel hervortreten. Es fehlt allerdings nicht an schriftlichem Quellenmaterial in den historischen und geographischen Denkmälern des Alterthums. Das Hinderniss liegt in der Unbekanntschaft des jetzigen Zustandes dieser Länder, ihrer heutigen Geographie und geographischen Nomenclatur, der dort auf unsere Tage übrig gebliebenen Reste antiken Lebens und besonders in dem Mangel epigraphischen Materials. Daher kommt es, dass uns einerseits viele Städte und Burgen aus den antiken Quellen bekannt sind, ohne dass wir über deren Lage etwas gewisses sagen können, andrerseits aber dass wir viele Ruinenfelder kennen, bei denen man heute noch nicht weiss, welcher der überlieferten Namen ihnen gebührt. Beispielswegen ist *Iustiniana Prima* in Ruinen noch heute nicht nachgewiesen, während wir bei so vielen Überresten antiker Städte in Bosnien, bei Wratza, im Kreise von Schumla u. A. vergebens nach den Namen fragen.

Die Errichtung des Fürstenthums Bulgarien und der autonomen Provinz Ost-Rumelien hat die Möglichkeit antiquarischer Forschungen auf ihrem Gebiete nicht wenig gefördert. In beiden Ländern hat man sogar bereits zur Gründung von Museen und zur Conservirung der Alterthümer von Staatswegen den Anlauf genommen.

Im Lande lebend, habe ich auf Dienstreisen und Privatausflügen Gelegenheit genug, wenn nicht anderes, so doch Materialien zu sammeln, welche vielleicht Anderen bei ihren Studien über die antike Geographie der Halbinsel einige Dienste leisten können. Im

Folgenden gebe ich einige fragmentarische Aufzeichnungen, die als Nachtrag zu den epigraphisch-geographischen Materialien in Mommsen's „Corpus inscriptionum latinarum", in Kanitz's „Donau-Bulgarien", und in Dumont's „Inscriptions et monuments figurés de la Thrace" (Paris 1877) gelten dürfen.

Dumont bemerkt (p. 61) ganz richtig, die Epigraphie Thrakiens sei vorwiegend griechisch, die des moesischen Gebietes zwischen Haemus und Donau vorzugsweise lateinisch. Doch herrscht das Griechische selbst im Norden des Haemus mitunter vor, so in Nicopolis ad Haemum, in den Alterthümern des Kreises von Sophia, in Köstendil u. s. w. Die meiste Bevölkerung hatte im Alterthum die Niederung an der Donau und die thrakische Ebene; in den Gebirgslandschaften stösst man selten auf antike, meist nur auf mittelalterliche Reste. Übrigens sind auch in den Ebenen die Überbleibsel von vielen grossen antiken Städten gegenwärtig ganz verborgen, indem die modernen Städte über ihnen aufgebaut sind, so dass das alte Material entweder zu den Fundamenten neuerer Bauten verbraucht ist oder nur bei Nachgrabungen, Nivellirungen, Neubauten und dgl. tief unter dem heutigen Niveau zwischen byzantinischem, bulgarischem und altosmanischem Schutt zufällig zum Vorschein kommt. Dies gilt besonders von Hadrianopolis, Philippopolis, Serdica, Pautalia (Köstendil) und Berrhoea (Eski Zagra).

Der letztgenannte Punkt, die Ruinenstätte von *Eski Zagra*, ist von grossem Interesse. Ich habe bis jetzt hier zu Lande nirgend anderswo so viele antike Denkmäler angetroffen, wie in dieser durch den letzten russisch-türkischen Krieg abermals ganz zerstörten Stadt.

Wenn man von Südwesten, aus dem 6 Stunden entfernten Tschirpan kommend, der Stadt Eski Zagra auf eine Stunde nahekommt, passirt man ein türkisches Dorf *Tekké*. Links von der Strasse steht dort zwischen den Häusern ein prachtvoller Sarkophag von weissem Marmor, aus einem Stück gemeisselt, ausgezeichnet erhalten und von allen Seiten glatt polirt. Er ist ungefähr von Mannshöhe und steht auf vier niederen Säulen über dem Wasser, denn er dient als Tschesma (Brunnen). Auf der Ostseite ist eine kleine Tafel eingesetzt mit der gut erhaltenen Inschrift:

ΑΜΦΟΤΕΡΩΝ ΤΟΔΕ
ΣΗΜΑ ΣΑΒΕΙΝΗΣ
ΑΙΜΙΛΙΟΥ ΤΕ
ΑΝΔΡΟΣ ΚΥΔΑ
ΛΙΜΟΥ ΚΑΙ ΠΙΝΥ
ΤΗΣ ΑΛΟΧΟΥ [1])

Also zwei römische Namen, Aemilius und Sabina. Das Denkmal kann aus dem II. oder III. Jahrhundert sein und übertrifft an Nettigkeit der Ausführung die übrigen, mitunter ziemlich rohen antiken Reste, die ich in der Stadt selbst antraf. Die Inschrift mit einer Variante (AIMIΛIANOY) befindet sich auch bei Dumont (Nr. 58), als angeblich von Chasköi in der Rhodope stammend, also von der entgegengesetzten Seite des Maritzabeckens, und ohne Angabe, worauf sie geschrieben steht. Dumont erhielt seine Copie wahrscheinlich von irgend einem griechischen Localarchäologen aus Philippopolis.

Die Stadt Eski Zagra selbst liegt auf sanft gegen S.O. geneigtem Niveau am Südfusse der Sredna Gora (türk. Karadscha Dagh, d. h. Rehgebirge), des thrakischen Mittelgebirges. Die Berge nahe an der Stadt sind meist waldlos, auf den Abhängen weit und breit mit Weinbergen bedeckt; der Weinbau ist neben Metallwaarenproduction (meist aus Kupfer), Bereitung von Aba-Tüchern und Gerberei die wichtigste Beschäftigung der Einwohner. Im Westen wird die Stadt von diesen mit Weingärten bepflanzten Anhöhen ganz dominirt; das von dort bei Regenzeit rasch herabströmende Wasser pflegte öfters Schaden in der Stadt selbst anzurichten, wesshalb man während meiner Anwesenheit einen eigenen offenen Ableitungscanal grub, um die Gewässer ausserhalb der Stadt südwärts in's Freie zu führen. Im Norden der Stadt sieht man die Reste einer noch jetzt dienenden Wasserleitung mit einem türkischen Brunnen; von dort führt ein holperiger Weg in einer halben Tagereise durch das felsige Thal des wilden Baches von Kotludscha über die Sredna Gora hinüber nach Kazanlyk. Die Ost- und Südseite sind ganz offen. Im Süden der Stadt eröffnet sich die Aus-

[1]) Ἀμφοτέρων τόδε σῆμα, Σαβεινῆς Αἰμιλίου τε ἀνδρὸς κυδαλίμοῦ καὶ πιυτῆς ἀλόχου.

sicht auf eine Ebene mit herrlichem Anbau von Mais und Weizen, die Getreidekammer Rumeliens; zwischen den Feldern stehen dichte Reihen von Nuss- und Mandelbäumen. Das Klima ist ganz südeuropäisch, die Sommernächte warm und belebt durch das Zirpen der Cikaden. Im fernen Südosten erscheint jenseits der Ebene am Horizont die dreigipflige scharf gezeichnete Kuppe des Monastir-Baïr („Klosterhügels") und abseits von ihr die niedrige Kette des Sakár-Tepé, beide nördlich von Adrianopel am unteren Tundschathal gelegen. Im Süden endlich erspäht man die niedrigen bläulich schimmernden Umrisse der Rhodope von Chasköi.

Eski Zagra, jetzt Hauptort eines der sechs Departements von Ost-Rumelien, ist ziemlich ausgedehnt und kann im Durchmesser mehr als eine halbe Stunde haben. Vor dem Kriege zählte es über 4000 Häuser, wovon aber nur ein Viertel, nämlich ein türkisches Quartier im Südwesten, unversehrt geblieben ist. Alles übrige ist niedergebrannt. Zu beiden Seiten der ganz mit Trümmern verschütteten engen winkligen Gassen stehen die geschwärzten Mauern der Häuser, bewachsen mit Gras und Gestrüpp. Auch die Kirchen sind abgebrannt und bis auf eine noch nicht wiederhergestellt; sie waren sämmtlich nicht alt und nicht sehr geräumig. Der Aufbau der neuen Stadt geschieht nach einem regelrechten Plan, mit breiten, einander rechtwinklig schneidenden Gassen, die für die hier herrschenden starken Winde bei der Niedrigkeit der Häuser fast zu breit erscheinen. An 320 kleine Häuser sind schon fertig. Man baut auch ein grosses Schulhaus von 26 Sälen (für Volksschulen und eine Communalrealschule) und ein Gemeindeamt. In der Mitte der neuen Stadt ist ein grosser viereckiger Platz abgesteckt. Das neuauferstehende Eski Zagra wird ohne Zweifel eine der schönsten Städte dieser Länder sein.

Die Einwohnerzahl beträgt gegenwärtig nach officiellen Daten 13279 Seelen, 3606 Familien in 1389 Häusern. Davon sind 10302 altansässige Bulgaren (5434 Männer, 4868 Weiber), 2485 Türken (1256 M., 1229 W.), 222 Zigeuner (125 M., 97 W.) und 60 Familien mit 270 Seelen (166 M., 104 W.) bulgarische Flüchtlinge aus den Gegenden an der Maritzamündung, aus Fere (Βήρα der Byzantiner), Dimotika, Eribol (Chairebolü, byz. Χαριούπολις), welche mit dem Abzuge der Russen aus jenen Gegenden die Heimathsorte auf immer verliessen. Diese Emigranten sprechen einen eigenthümlichen bulgarischen Dialect mit vielen alterthümlichen Formen und Worten;

ihre Weiber tragen Kleider aus gelben Stoffen und auf dem Kopfe grosse weisse, lose herabhängende Tücher und oben darauf ein schwarzes turbanartiges Band, in dessen Mitte am Scheitel das weisse Tuch wieder zum Vorschein kommt. Der sehr ausgedehnte, bei Seimenli bis an die Maritza reichende Canton (Okolija) von Eski Zagra umfasst 107 Dörfer, wovon 7 ganz öde sind. Auch die übrigen sind im Kriege (August 1877) fast alle niedergebrannt worden. Davon sind 27 Dörfer gemischt türkisch und bulgarisch. Man zählt jetzt 48108 Einwohner, 12122 Familien in 8619 Häusern, wovon 40686 altansässige Bulgaren (21222 M., 19464 W.), 5542 Türken (2829 M., 2713 W.), 284 Zigeuner (151 M., 122 W.) und 403 Familien mit 867 Männern und 739 Weibern Flüchtlinge aus Balykkŏi bei Fere, Taschalan in der Umgebung von Böjük Tschekmedsche bei Constantinopel, wo seit Anfang unseres Jahrhunderts bulgarische Gärtner und Ackerbauer sich angesiedelt hatten, aus Terkos und Karaklisse bei Dimotika und aus Baba Eski. In der Stadt selbst gab es früher eine starke jüdische Colonie, von der gegenwärtig nur wenig übrig ist; auf den Friedhöfen sah ich auch armenische Inschriften von nicht altem Datum. Im vorigen Jahrhundert siedelten sich in Eski Zagra auch fünf Familien Wlachen (Süd-Rumunen) aus Moskopolis im Pindus an; diese kleine Colonie hat sich vermehrt, ist aber ganz bulgarisirt. Noch vor kurzem lebten einige alte Frauen, die das Wlachische kannten, und noch entsann man sich auf meine Fragen der Phrase: *tze fătze?* (quid facis?). Moskopolis ist bekanntlich am Ausgang des vorigen Jahrhunderts von den Räuberhorden der Kirdschalís zerstört worden und die dortigen betriebsamen Handwerker und Kaufleute zerstreuten sich über die ganze Halbinsel.

An den oben angeführten statistischen Daten wird man bei den Bulgaren die geringe Anzahl der Weiber im Verhältniss zu der Ziffer der Männer merkwürdig finden. Dies ist eine Folge des Krieges. Nach der Niederlage der Russen bei Eski Zagra südöstlich ausserhalb der Stadt haben türkische irreguläre Truppen in den unvertheidigten Ortschaften, deren Einwohner zum Theil keine Zeit zur Flucht hatten, ein ganz furchtbares Blutbad angerichtet. In der Stadt selbst sind damals zahlreiche Familien ganz vertilgt worden, und es giebt keine, die nicht die Mehrzahl ihrer Mitglieder verloren hätte.

Der zerstörte Zustand der Stadt ist für archäologische Unter-

suchungen sehr günstig. Sehr viele verborgene Schätze treten nun bei den Neubauten und Nivellirungen an den Tag.

In der Türkenzeit hiess die innere Stadt *Hissar* (Burg) und war theilweise von einer Mauer mit Thoren umschlossen, die man noch gegenwärtig verfolgen kann. Es war ein regelmässiges Quadrat, dessen Seiten den vier Himmelsgegenden zugewendet. Auf der Ostseite steht ein stattliches Stück der Mauer noch ganz aufrecht, an 60 Schritte lang und stellenweise bis 6^m hoch. Es ist ein römisches Werk mit mittelalterlichen Reparaturen. Das Fundament ist aus Bruchsteinen; darauf ruhen wechselnde Lagen von platten Steinen und Ziegeln, gegen Aussen mit einer Quaderverkleidung versehen. An vier Schritt vor dieser grossen Mauer erblickt man die Fundamente einer niedrigeren, durch einen Graben getrennten Vormauer.

Zwei Tage lang wanderte ich zwischen diesen Ruinen umher, in Begleitung eines warmen Freundes der Antiquitäten seiner Heimathstadt, des hiesigen „Bailli“ (Unterpräfecten) Hrn. Athanas Ilieff, eines Schülers der Prager Universität. Es gelang mir eine Anzahl von Inschriften, sämmtlich aus der Kaiserzeit und in griechischer Sprache, theils selbst abzuschreiben, theils deren Copien zu erhalten. Ausserdem zeigte man mir viele Sculpturen und ornamentirte Steine. Alle diese Alterthümer werden in dem neuen Schulhause als eine Art Stadtmuseum aufgestellt werden. Zu einer eingehenden Betrachtung gebrach es allerdings an Zeit.

Vor der Schule grub man einen hohlen cylindrischen Stein von Meterhöhe aus, auf welchem Pallas Athene mit Lanze und Schild zu sehen ist; neben ihr ist ein Kreuz eingemeisselt, was dafür zu zeugen scheint, dass die Göttin in der Christenzeit als ein Heiliger angesehen und der Stein als Taufbecken verwendet wurde.

Auf dem Hofe des Gemeinderathes befanden sich vier arg beschädigte Statuetten: eine Knabenfigur nackt und sitzend in hohen Stiefeln, ohne Kopf; Torso einer männlichen Statuette in Toga mit einer Rolle in der Hand; ein in drei Stücke zerschlagener Januskopf, das eine Antlitz bartlos, das andere mit Bart; ein weiblicher kleiner Torso (eine Diana?).

Auf dem grossen Marktplatze lag ebenfalls eine Statue in Toga mit Rolle, ohne Kopf, in Lebensgrösse, sowie drei Grabsteine mit rohen Sculpturen ohne Inschriften: ein Mann mit einem Hirsch und

den Buchstaben ΦΧ, zwei Personen auf einer Kline und ein Mann in Toga.

Auf einer Gasse stand als Brunnenstein ein Cylinder, der oben in einen Gladiatorenhelm auslief. An der Seite ist ein Gladiator mit viereckigem Schild und kurzem, aufwärts gerichtetem Schwert abgebildet, eine rohe undeutliche Arbeit.

In der Nähe der erwähnten Mauerreste am Nordende der Stadt im Viertel Altyn top ist eine Stelle, welche *Latinski Grobischi* (Lateinergräber) genannt wird. Im Freien vor einem der wenigen dortigen Häuser steht ein Stein mit folgender klarer Aufschrift[1]):

ΑΓΑΘΗΙ ΤΥΧΗΙ
ΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΑ ΚΑΙΣΑ
[Ρ]Α Μ·ΑΥΡΗΛΙΟΝΑΝΝΕΙΝΟ[Ν]
[Ε]ΥΣΕΒΗ ΕΥΤΥΧΗ ΣΕΒΑΣΤΟΝ
ΠΑΡΘΙΚΟΝ ΒΡΕΤΑΝΝΙΚΟΝ
ΜΕΓΙΣΤΟΝ Η ΒΟΥΛΗ///
ΚΑΙ Ο ΔΗΜΟΣ ΟΤΡΑΗΑΝΤ///
///ΙΜΕΛΟΥΜΕΝΟΥ ΠΓΦ
///ΠΟΛΛΟΔΩΡΟΥ·Α·ΑΡΧΟΝ

Bei einem jetzt als Schule benützten Häuschen liegt ein Fragment (die Hälfte eines Steines):

ΑΡΧΙΕΡΕΥ
ΚΑΛΛΙΦ
ΠΑΤΡΗΚΑ
ΠΟΛΛΑΚΙ
ΑΡΧΗΣΔΕΡΙ (abgeschlagene Seite)
ΑΙΕΙΙΙΟ
ΟΥΛΑΠΕΗ
ΕΙΞΑΡΙ

[1]) [Auch bei Dumont im athenischen Bulletin de Corr. Hellén. 2, 40 nach einer sehr incorrecten Abschrift E. Schuyler's.]

Von Hrn. Ilieff sind copirt folgende in der Stadt selbst befindliche Inschriften:

1. Auf dem Friedhofe einer sehr alten Moschee ein schön erhaltener Stein [1]):

ΑΓΑΘΗΙ ΤΥΧΗΙ
ΤΗΡΗϹ ΠΑΙΩΝΙ
ΑΠΟΛΛΩΝΟϹ ΕΤΑΙΡΟΝ
ΟΡΦΕΑ ΔΑΙΔΑΛΕΗϹ
ΘΗΚΕΝ ΑΓΑΛΜΑ ΤΕΧΝΗϹ
ΟϹ ΘΗΡΑϹ ΚΑΙ ΔΕΝΔΡΑ
ΚΑΙ ΕΡΠΕΤΑ ΚΑΙ ΠΕΤΕΗΝ
ΦΩΝΗ ΚΑΙ ΧΕΙΡΩΝ
ΚΟΙΜΗϹ ΕΝ ΑΡΜΟΝΙΗ

2. Ebenfalls in der Stadt bei der Schule [2]):

ΑΓΑΘΗ ΤΥΧΗ
ΗΡΩΔΙΑΝΟϹ ΝΕΙΚΙΟ ΠΑΤΡΟϹ ΕΕΤΗϹΕΝ
ΧΑΛΚΕΙΟΝ ΑΝΔΡΙΑΝΤΑ ΠΑΤΡΙΔΟϹ ΨΗΦΩ
ΓΝΩΜΗϹ ΤΕ ΕΚΑΤΙ ΜΕΙΛΙΧΟϹ ΓΑΡΗΝΙΑ///
ΤΕΡΠΝΩΝ ΕΜΕΙΜΩΝΟϹ ΕΓΡΑΨΕΝΑϹΕ///
ΩϹ

[1]) [Auch bei Dumont a. a. O. S. 401 und danach hergestellt von Kaibel Rhein. Mus. 34, 212; vgl. Schöll satura in hon. Sauppii p. 180. Kaibel's Lesung Τήρης Παιῶνι [τὸν] Ἀπόλλωνος ἑταῖρον, die Schöll verwirft, wird durch die neue Abschrift bestätigt.]

[2]) [Auch gedruckt bei Dumont im Bull. de Corr. Hell. 5 p. 130. Die Verse lauten:

— Ἀγαθῇ τύχῃ.
Ἡρωδιανὸς Νεικίου πατρὸς ἑ[σ]τῆσεν
χαλκεῖον ἀνδριάντα πατρίδος ψήφῳ
γνώμης τε ἕκατι, μείλιχος γὰρ ἦν [π]ᾶ[σιν]
τερπνῶν [τ]ε μείμων οὓς ἔγραψεν ἀσ[τ]ε[ί]ως.

3. Auf dem Marktplatze ein dunkler Stein mit 21 Zeilen kleiner Schrift, stark verwischt und undeutlich [1]):

ΑΙΝΙΚΕΝΟΟC ΒΡΙΝΚΑΣΕΡWC
ΚΥΡΙΩΑΠΟΛΛΩΝΙCΙΚЄΡΗΝΩ
ΚΑΙΝΩΦΑΙ ЄΟΥΧΑΡΙCΤΟΥΝΤΟ
ΑΝЄΘΗΚΑΝCΡΤΙCCΝΝΟΙ
ΤΗΡΗCΒΡΙΝΚΑΣΕΡΕΟCΙΕΡΕΥC
Φ//ΚΑΠΟΙΙCCΚΟΛΟΥ
ΦΛ·ΔΗΩΟCOCNHC
ΦΛ·CΚΕ/ΗC
ΦΛ·LΙ/ΕΙΟΝC
ΦΛ·ΙΑCΩΝ
Λ·ΛΟΥΚΡΗΤΙΟC ΗΡΟΥΛΟC
Λ·ΑΟΥΚΡΗΤΙΟC ΗΡΩΡΙΤΟC
Λ·ΛοΥΚΡΗΤΙ/ΟC/C/ΙΙΙΟC
ΟΥΛ·ΗΙΙΕΝΤΟ
ΟΥΛ·Μ/Π/Τ/
ΦΙΛΟ//
ΕΠΙΤΑΝ/ЄΝЄΤ/ΙΙΠΟC
CЄΥΘΗΟΣΤΛΝ/
ΜΟΥΚ/ΡΑΛΙCΚЄΑCΟΥ
ΑCΙΑΤΗC ΙΑCΟΝΟC
ΔΟΡ(Ζ)·CΝΘΗCΙΑCΟΝ

Der Sinn ist klar. Es ist eine Widmung eines Collegiums (Z. 3 liest man εὐχαριστοῦντες) κυρίῳ Ἀπόλλωνι, aufgestellt von Τ. Βρινκασέρεως ἱερεύς und zahlreichen anderen mit römischen Namen, Ulpii, Flavii, Lucii Lucretii, zum Schlusse folgt auch ein Σεύθης und ein Ἀσιάτης Ἰάσονος [2]).

[1]) [Auch bei Dumont a. a. O. p. 127.]

[2]) An diesen Stein knüpft sich eine archäologische Anekdote. Der Ingenieur in rumelischen Diensten Montani las jüngst diesen Stein und schrieb über ihn mehrere Aufsätze in dem französischen Theil der „Maritza“ von

Die meisten alten Reste liegen ausserhalb der Stadt gegen Süden, auf den ausgedehnten türkischen und jüdischen Friedhöfen, deren grosse Steine zum grossen Theil antiken Bauten und Nekropolen entlehnt sind. Gleich am Ausgange aus der Stadt gegen Süden steht über einem Brunnen ein Grabstein, dessen nur zum Theil erhaltene Inschrift uns mit homerischen Formen begrüsst:

ΑΓΑΘΗΙ ΤΥΧΗΙ
ΤΟΝ ΚΡΑΤΕΡΟΝ ΠΤΟΛΕ
ΟΙΣΙ ΚΑΙ ΑΤΡΟΜΟΝ
ΑΣΠΙΔΙΩΤΗΝ
//////////////////////////////////////

Ἀγαθῇ τύχῃ. Τὸν κρατερὸν πτολέ(μ)οισι καὶ ἄτρομον ἀσπιδιώτην

Die hebräischen Gräber, die sich von dort gegen Südost ausbreiten, sind voll von ornamentirten Steinen, Giebeln von Tempeln und anderen grossen Bauten, Treppenstücken, Säulenfragmenten und Grabsteinen. Auf einem Steine liest man dort[1]):

ΑΓΑΘΗΙΤΥΧΗΙ
ΑΥΡ·ΑΣΚΛΗΠΙΟΔΟΤ
ΟΚΑΙΦΑΛΑΚΡΙΩΝΙΣ
ΡΕΥΣΥΔΙΟΣΚΑΤΙΕΤΩ
ΛΟΥ ΚΑΙ ΓΕΡΟΥΣΩΖΕ
ΤΟΝΒΩΜΟΝΣΥΝΤΗΤΡΑ
ΠΕΖΗΚΑΙΚΟΝΙΑΤΙΚΟΣ
ΚΑΙΤΑΙΣ ΝΩΓΡΑΦΙΑΙΣ
ΕΚΤΩΝΙΔΙΩΝΕΠΟΙ
ΡΙΣΑ (leer)
ΕΥΤΥΧΟΣ

Philippopolis (in einigen Nummern vom December 1880 und Januar 1881). Dabei wurde aus dem Patronymicon des ἱερεύς in der Inschrift eine Stadt *Brinkazera*, angeblich der alte Name von Eski Zagra, nebst weitschweifenden Discursen über die damit unumstösslich nachgewiesene Verwandtschaft der Thraker mit den Slawen.

[1]) [Auch bei Dumont Bulletin de Corr. Hellén. 2, 402 nach Schuyler's Abschrift.]

Ein anderer trägt die Inschrift:

ΟΥΛΠΙΑ ΡΩΛΙΩ
ΝΟΣΑΥΤΗΣΚΑΙ
ΣΥΜΒΙΟΥΑΝΤΩ
ΝΟΥ

Auf einem Giebelstück sieht man in grossen Lettern:

....ΕΝΕΚΙΟΝΟC/ΤΑΤΟ...

Die türkischen Gräber liegen gegen Südwest von der Stadt Hier fand ich den bei Dumont unter Nr. 61*b* nach einer Copie von Skordelis mitgetheilten Stein, nur dass die Inschrift dort nicht vollständig ist, denn Z. 3 und 4 lauten:

ΑΡΧΙΕΡΕΑ
ΔΙΟΠΛΩΝ

Einige Schritte davon steht der bei Dumont unter Nr. 61*c* nach einer Copie von Skordelis publicirte Inschriftstein; da jedoch dort die Zeileneintheilung und einige Kleinigkeiten nicht ganz richtig sind, wird es nicht unnütz sein ihn nochmals zu ediren:

ΑΓΑΘΗΙΤΥΧΗΙ
ΤΟΝΘΕΙΟΤΑΤΟΝΚΑΙΜΕ
ΓΙΣΤΟΝΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΑ ΚΑΙ
ΣΑΡ///Μ·ΑΥΡΗΛ·Κο ΜΜοΔοΝ
ΑΝΤΩΝΗΝΟΝΣΕΒΑΣΤΟΝ
ΓΕΡΜΑΝΙΚΟΝ ΣΑΡΜ/
ΒΡΗΤΑΝΝΙΚΟΝ ΑΡΧΙΕΡΕΑ
ΜΕΓΙΣΤΟΝ ΔΗΜ·ΕΞο·ΤΟΝΒ·ΑΥΤΟ
ΚΡΑΤοΡΑ ΤΟ Ι ΥΠΑΤΟΝ ΤΟ Ε
ΠΠΗΓΕΜΕΥΟΝΤΟΣΤΗΣ ΘΡ/
ΕΠΑΡΧΕΙΑΣ·ΚΑΙ·Κ·ΜΑΓΜ
ΠΡΕΣΒΕΒ ΑΝΤΙΣΤΡΑΤΗΓΟΥ
ΑΝΤΙΠΑΤΡΟΣ ΑΠΟΛΛΩΝΙΟΥ
ΤΟΥΑΡΧΙΕΡΕΩΣ·Β·ΚΑΤΑ ΥΠΟ
ΣΧΕΣΙΝΟΥ ΠΑΤΡΟΣ ΕΚΤωΝΙΔΙ
ΩΝΟΙΗΣΑΣ ΑΝΕΣΤΗΣΕΝ

Die sehr wichtige Inschrift bei Dumont Nr. 61*d* mit dem Namen des Kaisers M. Antonius Gordianus und des Legaten Cattius Celer und der Stelle *ἡ βουλὴ καὶ ὁ λαμπρότατος δῆμος .... ανέων* konnte ich nicht mehr erfragen.

Auch die Umgebung ist reich an epigraphischen Denkmälern. Einige Copien verdanke ich Hrn. Ilieff. Im Dorfe Arabadschiewo, 3 St. südlich von der Stadt, am Übergang über den nicht unbedeutenden Fluss Sujütlü Dere, befindet sich die jüngste aller hiesigen Inschriften vom J. 575 n. Chr. von Iustinus II. (dessen Name fehlt) und dem Caesar Tiberius:

ΑΙΩΝΙΟΥ ΑΥΓΟΥϹ
ΤΟΥ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΡΑΤΟ
ΡΟϹЄΤΟΥϹЄΝΔЄ
ΚΑΤΟΥ ΚΑΙ ϕΛΑΒϑ
ΤΙΒЄΡΙΟΥ ΚΩΝϹΤΑΝ
ΤΙΝΟΥ ΤΟΥ ЄΥΤΥ
ΧЄϹΤΑΤΟΥ ΗΜΩΝ
ΚΑΙϹΑ/ΡΟϹЄΤϑϹ
ΔЄΥΤЄΡΟΥ ΙΗΔ/
ΕΠΙΑΡΜΑΤΟΥ ΒΙ
ΚΑΡΙϑΘΡΑΚΗϹ ΔΙ
ΑΧΡΥϹΑϕΙϑ ЄΡ
ΓΟΛΑΒϑ<.

– *αὐνίου Αὐγούστου καὶ αὐτοκράτορος ἔτους ἑνδεκάτου καὶ Φλαβ[ί]ου Τιβερίου Κωνσταντίνου τοῦ εὐτυχεστάτου ἡμῶν Καίσαρος ἔτους δευτέρου ἰνδ(ικτιῶνος) ... ἐπὶ Ἀρμάτου βικαρίου Θρᾴκης διὰ Χρυσαφίου ἐργολάβου.*

Im Dorfe Karadschali, 3½ St. gegen S.O., dient als Altarstein ein antikes Stück mit der Inschrift:

ΑΓΑΘΗΙ ΤΥΧΗΙ
ΟΛΠΟΠΛΙΟΝΙ
ΥΚΡΑΤΟΥϹ ΑΡ
ΙΕΡЄΑ ΚΑΤΑ Δ
ΙΜΑΤΗϹ ΓΛΥΚΥ

ΤΑΤΕ ΠΑΤΡΙΔΟΣ
ΟΙ ΠΑΙΔΕΣ ΑΥΤΟ
ΕΥΤΥΧΩΣ

Ἀγαθῇ τύχῃ. Ολποπλιον [Ε]ὐκράτους ἀρχιερέα κατὰ δόγμα τῆς γλυκυτάτης πατρίδος οἱ παῖδες αὐτοῦ εὐτυχῶς.

Ausserdem werden in der Stadt und Umgebung sehr viele Münzen aufgefunden. Ich sah solche von Samos, Thasos (sehr zahlreich), Perinth, Byzanz, sowie viele Münzen aus der Kaiserzeit und dem Mittelalter, byzantinische, venetianische und bulgarische Stücke.

Wie hiess nun die alte Stadt, deren Reste in Eski Zagra und Umgebung zum Vorschein kommen? Es ist kein Zweifel, dass sie unter den Städten der *provincia Thracia*, einer der sechs Provinzen der *dioecesis Thracia* (nach der diocletianischen Reichseintheilung), zu suchen ist. Die Grenze der provincia Thracia (Hauptstadt Philippopolis) und der provincia Haemimontus (Hauptstadt Hadrianopolis) schnitt die grosse Strasse bei der mutatio Rhamae, zwischen Harmanli und Mustafa-Köprüsü an der Brücke an der Maritza (cf. meine Heerstrasse von Belgrad nach Constantinopel, Prag 1877. S. 47). Von dort ging sie wahrscheinlich in gerader Linie nordwärts gegen den Haemus; die Stadt Cabyle, Diospolis der Kaiserzeit, Diampolis, Hyampolis der Byzantiner, das heutige Jambol lag erwiesener Massen schon in Haemimontus. Ausserdem bezeugen die oben mitgetheilten Inschriften selbst klar, dass die alte Stadt der ἐπαρχία Θρᾴκης angehörte. Sie muss nach Massgabe der Bedeutung der vorhandenen Reste nächst der Hauptstadt Philippopolis die zweitgrösste Stadt der Provinz gewesen sein. Dies führt auf das aus den Denkmälern des Alterthums und Mittelalters wohlbekannte Berrhoea, wohl zu unterscheiden von einer gleichnamigen Stadt in Süd-Makedonien am Haliakmon (jetzt türkisch Karaferia, slaw. Ber).

Die Identität von Berrhoea mit den Ruinen von Eski Zagra ist, wie schon andere Forscher gesehen haben, klar bezeugt durch alte Distanzangaben. Die Stadt erscheint zuerst in dem Strassennetz des Itinerarium Antoninum (ed. Pinder und Parthey S. 108) und der Tabula Peutingeriana. Nach der Tabula kommt die Stadt *Berone* 52 römische Meilen westlich von Cabyle zu liegen, was mit

der Distanz zwischen Jambol und Eski Zagra vollständig stimmt (1 röm. Meile zu 1482^{m}). Ebenso stimmen die Distanzen der beiden Strassenzüge von Berrhoea südwärts zur grossen Heerstrasse, die eine mit 36 röm. Meilen nach der Mutatio Ranilum, die in der Nähe der nach Tschirpan führenden Überfuhren über die Maritza bei dem Flecken Hadschi Eles (jetzt Hauptort eines Cantons) zu suchen ist (s. Heerstrasse S. 45), die andere mit 30 Meilen in die Gegend von Seimenli hin zur Mansio Castra Zabra (Heerstrasse S. 46)[1]). Die Spuren dieser zwei Vicinalstrassen sind heute noch vorhanden. Zwischen den Dörfern Sary Ismail und Tschekarlari, 18^{km} östlich von Tschirpan, sieht man ein Stück gepflasterten Weges, den die Türken dort *Trajan jol* (Trajansweg) nennen, ebenso wie zwei Stücke der alten Römerstrasse bei Sophia in der Nähe des Dorfes Slatina den bulgarischen Bauern noch jetzt als *Gorni* und *Dolni Trojan* (Ober- und Unter-Trojan) bekannt sind; es sind dies neue Beiträge zu den in meiner Heerstrasse S. 5—7 angeführten mittelalterlichen und modernen Belegen über die auf der Halbinsel von den spätrömischen und byzantinischen Provincialen bis auf unsere Tage vererbte Sitte, antike Ruinen dem Kaiser Trajan zuzuschreiben. Ein anderes Strassenstück kommt zwischen den Orten Gurbet und Uzun Hassan, etwas weiter gegen Osten von der oben genannten Stelle zum Vorschein. An beiden Stellen sind ausser der Strassenspur auch andere Überreste vorhanden.

Zwischen Tschekarlari und Sary Ismail giebt es Fundamente eines grossen Mauerquadrats mit einer Menge von behauenen Steinen und Ziegelstücken, Säulenfragmenten, Inschriften, alten Gräbern u. s. w. Die Türken nennen den Ort *Hissar-Kasabá* (Burgstadt). Ein von dort stammender Marmorstein mit einem Büffelkopf liegt in Sary Ismail. Auf den Feldern von Tschekarlari wurde 1870 ein noch vorhandener, aber zerschlagener viereckiger Stein von 12 Fuss Höhe und 5 Fuss Breite ausgegraben. Er führt eine Inschrift, deren neun erste Zeilen mit grösseren Buchstaben, die folgenden mit kleineren geschrieben sind. Man liest auf ihr die Namen des Septimius Severus, seines Sohnes und der Julia Domna. Ich besitze leider nur die Copie der ersten sechs Zeilen, die von einem bulgarischen

[1]) [Mit denselben Gründen hat, was dem Hrn. Verf. unbekannt geblieben, schon Dumont in der Corr. Hell. 2, 409 die Identität von Beroë mit Eski Zagra und mit einer älteren Stadt Τραϊανή erwiesen.]

Steuerbeamten gemacht ist und mir von dem Bailli von Tschirpan, Hrn. Nikola Iwanoff, mitgetheilt wurde:

ΥΠΕΡΤΗΣ ΤΩΝΜΕΓΙΣΤΩΝΚΑΙΘΕ
ΙΟΤΑΤΩΝΑΥΤΟΚΡΑΤΟΡΩΝΛΣ
ΕΠΤΙΜΙΟΥΣΕΟΥΗΡΟΥΠΕΡΤΙΝΑ
ΚΟΣΚΥΜΑΤΗΑΝΤΩΝΕΙΝΟΥΣΕΒΒ
ΙΟΥΛΙΑΣΔΟΜΝΗΣΜΗΤΡΟΣΚΑΣ
ΤΡΩΗΣΙΚΗΣΚΑΙΑΓΩΝΙΟΥ [1])

In dem Dorfe Gurbéti (bulgarisch Gurbéti-to[2]) an dem anderen Stücke der Strassenspur liegt ein Grabstein mit folgender Inschrift (nach einer mir von Hrn. Ilieff mitgetheilten Copie):

ΚΟΙΝΗΣΧΣΜ ΟΣΑΔΕΛΦΕ
ΕΓΩΣΛΟΣΕΖΑΙΔΑΟ
ΚΑΙΔΙΑΡΟΝΤΥΜΒΟΥ
ΚΟΙΝΟΝΕΧΕΙΝΕΛΑΧΟΝ
ΓΕΝΟΟΝΔΕΚΑΑΟΥΝΕ
ΘΑΝΟΝΤΑΔΕΘΑΨΕΜΡ
ΣΕΙΤΙ ΑΔΕΛΦΕΙΝ
ΚΟΙΝΑΧΑΡΙΖΟΜΕΝΙ [3])

Auch aus Seimenli, dem äussersten Punkte des Cantons von Eski Zagra, wo wahrscheinlich die Strasse von Berrhoea gege

---

[1]) ὑπὲρ τῆς τῶν μεγίστων καὶ θειοτάτων αὐτοκρατόρων Λ. Σεπτιμίου Σεουήρου Περτίνακος κ(αὶ) Μ. Αὐρ. Ἀντωνείνου Σεββ. [κ(αὶ)] Ἰουλίας Δόμνης μητρὸς καστρησιακῆς .....

[2]) Sollte regelrecht Gurbéti-*te* lauten, aber im Neubulgarischen (besonders bei Eski Zagra) wird besonders bei Collectivnamen im Plural der Artikel oft im Neutr. Sing. statt im Masc. Plur. gesetzt.

[3]) [Verständlich ist etwa folgendes:

κοινῆς γαστρὸς (?) ἄδελφε - - - ἐς Ἅιδαο
καὶ - - - - - - τύμβου κοινὸν ἔχειν ἔλαχον
- - ενοον (?) δ' ἐκάλουν με, θανόντα δὲ θάψε με μήτηρ
Σειτι[ς] (?) ἀδελφει[ῷ] κοινὰ χαριζομέν[η].]

Castra Zabra den Hebros erreichte, ist mir eine von einem rumelischen Beamten gezeichnete Copie eines zerschlagenen Steines mitgetheilt worden:

[1])

Doch kehren wir zur Geschichte von Berrhoea zurück. Ammianus Marcellinus (27, 4) kennt die Stadt unter den Hauptorten Thrakiens. Jordanes (ed. Closs cap. 18) erzählt, wie im J. 250 Kaiser Decius, von Nicopolis ad Haemum (Nikjup bei Tirnowo) zum Entsatze von Philippopolis eilend, *iugo Haemi montis transacto ad Berrhoeam venit* und bei dieser Stadt von den Gothen überrumpelt und geschlagen wurde. Im J. 587 schlugen die Einwohner einen Angriff der Avaren zurück, ebenso wie ihre Nachbaren in *Diocletianopolis*, das wohl in den antiken und mittelalterlichen, schon von Dumont (S. 68) beschriebenen Ruinen von Lidscha-Hissar, der Sommerfrische der Philippopolitaner in der Ebene nördlich von der Hauptstadt der Provinz, zu suchen ist (vgl. meine Bemerkungen in der Heerstrasse S. 156). In den ältesten Katalogen der Bischöfe des Orients kommt auch der ἐπίσκοπος Θρᾴκης ὁ Βερόης vor. In den Zeiten der byzantinisch-bulgarischen Kriege war Berrhoea, als äusserster befestigter Punkt in der Ebene am Fusse der Gebirge, stets ein wichtiger Waffenplatz an der Grenze des Romäerreichs. Kaiser Nikephoros siedelte i. J. 802 kleinasiatische Christen in den Bergen von Adrianopel, in Anchialos am Schwarzen Meere, in Berrhoea und in den Gebieten von Philippopolis und am Strymon an, um die Grenze gegen die Bulgaren zu befestigen, aber schon 812 verliessen diese Colonisten die am meisten exponirten Grenzorte Anchialos und Berrhoea, unter dem Eindrucke der immer küh-

---

[1]) [Vielleicht: Ἀ[π]ὸ[λλωνι]?
[Θε]ῷ ὑπ[η]κόῳ καὶ σωσιέ[ρ]γ[ῳ?] (σωτῆρι?)
Τρᾴλις Δολήους ὁ καὶ Σκοπιάδης (Ἀσκληπιάδης?) εὐξάμενος [τ]ὸ[ν]
βωμὸν ἐκ τῶν [ἰ]δίων κατ[ε]σκεύασεν.]

neren Eroberungszüge des Bulgarenfürsten Krum (vgl. das Nähere in „Heerstrasse“ u. s. w. S. 74). In dem Verzeichniss der Bisthümer aus der Zeit Kaiser Leo des Philosophen (886—907) fehlt Berrhoea; es scheint damals im Besitze der Bulgaren gewesen zu sein (vgl. Heerstrasse S. 72). Im XII. Jahrhundert erscheint Berrhoea in den Kämpfen der Komnenen mit den transdanubischen Petschenegen, die ihre Invasionen bis hieher auszudehnen pflegten; 1122 schlug Kaiser Joannes Komnenos die „Skythen“ περὶ τὴν πόλιν Βερίην (Kinnamos ed. Bonn. p. 20). In der Zeit des Isaak Komnenos wird Berrhoea in den Bulgarenkriegen genannt; hier war es, wo Isaak 1190 nach der grossen Niederlage, die er auf dem Einfalle in Bulgarien erlitten hatte, wieder aus den Gebirgen in's Freie hinauskam (Βερρόη Nicetas p. 561). Ein Jahr zuvor (1190) hatten die Kreuzfahrer des dritten Zuges unter Friedrich von Schwaben und Berthold von Andechs die zehn deutsche Meilen von dort entfernte Stadt *Veroi civitatem opulentissimam* überfallen und eine grosse Beute an Vieh, Getreide und Kleidern weggeschleppt; damals befand sich hier auch eine byzantinische Militärcolonie von Türken, ebenso wie solche auch in der Rhodope bestanden (Ansbert ed. Pangerle S. 34). Das 1199 den Venetianern ertheilte byzantinische Privilegium nennt die *provincia Philippopolis, Berrhoea, Morrhe et Achridis*, wovon die beiden letzteren in der Rhodope lagen. Im Herbst 1206 setzte der lateinische Kaiser Heinrich dem abziehenden Bulgarenherrscher Kalojoannes von Adrianopel vier Tage bis *Véroi* nach. Die Einwohner waren beim Heranrücken des Lateinerheeres insgesammt in die nahen Gebirge entflohen, so dass die Stadt leer stand. Die Lateiner verweilten hier zwei Tage und machten eine grosse Beute, denn es fand sich in der Stadt und Umgebung ein gewaltiger Reichthum an Getreide so wie an Büffel- und Rindviehheerden vor (Villehardouin ed. Wailly p. 267, Nicetas p. 852). Berrhoea war also zur Zeit der Eroberung von Constantinopel durch die Lateiner in die Hände der Bulgaren übergegangen. Zwei Jahre später (Juni 1208) rückte Kaiser Heinrich mit den Lateinern auf demselben Wege von Adrianopel gegen *Berua*, zersprengte dort die Bulgaren durch einen kühnen Angriff und besiegte sie sodann zum zweiten Male bei Philippopolis (Henri de Valenciennes, bei Villehard. cit. p. 309).

Unter den Provinzen des bulgarischen Reiches, die in dem Privileg genannt werden, welches der Bulgarenherrscher Joannes II

Asên nach der grossen Erweiterung seines Reiches 1230 durch den Sieg bei Klokotnitza (jetzt Semistsche bei Chasköi, vgl. Heerstr. 98) den Kaufleuten von Ragusa ertheilte (Miklosich, Mon. serbica p. 3), erscheinen zwischen Preslaw (bei Schumla) und Odrin (der heute noch gebräuchliche bulgarische Name von Adrianopel) die Landschaften *Kràn̂ska chora* (χώρα von Kràn) und *Borujska chora* (χώρα von Boruj). Diese beiden Ortsnamen finden sich auch bei den Byzantinern neben einander: μέχρι Κρηνοῦ καὶ Βορέης bei Nicetas p. 529. Kràn, Κρηνός ist wohl die Landschaft von Karnabad, Boruj unser Berrhoea. Der Name Boruj war noch um 1600 im Gebrauch. Der ragusanische Annalist Giacomo Luccari, der selbst auf der Halbinsel als Handelsmann viel herumgewandert ist und z. B. in Philippopolis öfters verweilte, erzählt in seinem „Copioso ristretto degli annali di Rausa" (Venezia 1605 p. 64) bei Gelegenheit der Schlacht an der Maritza bei Tschirmen (1371); „Soliman con occasione di questa vittoria s'impadronò d'Adrinopoli, Filipopoli et di *Boruigrad* et di Jambol".

Bei dem Zerfall des Asênidenreiches wurde Berrhoea ungefähr 1255 inmitten des Winters von Kaiser Theodoros II. Laskaris wieder genommen, und zwar durch einen plötzlichen Überfall. Akropolita (p. 119) erzählt, die Mauer der Stadt sei damals zum Theil zerstört und mit vielen Breschen durchbrochen gewesen, wie bei den übrigen einst romäischen, nach der Einnahme Constantinopels durch die Lateiner von den Bulgaren genommenen Städten; die Einwohner hätten die Mauern nur nothdürftig mit Pfählen und Bestandtheilen von Fuhrwerken (κάμαξι καὶ ἐξ ἁμάξων ξύλοις) in Vertheidigungszustand gesetzt. Seit dieser Zeit ist von Berrhoea keine Rede mehr. Die Stadt scheint meist in der Hand der Bulgaren gewesen zu sein. Die Türken eroberten sie zu Anfang der Regierung Murad's I., welcher 1362 die Herrschaft angetreten hatte, nach der Einnahme von Adrianopel, und zwar von den Bulgaren, die seit 1344 auch Philippopolis besassen. Der Name Berrhoea oder Boruj-grad (Boruj-Burg oder -Stadt), der, wie wir sahen, noch um 1600 gebräuchlich war, ist gegenwärtig im Lande selbst vollständig vergessen. Seinen Platz nahm eine türkische Benennung ein von dunklem Ursprung: *Eski Za'ara*. Man erzählte mir, vor der letzten Katastrophe habe es in der Stadt jetzt untergegangene türkische Stadtannalen gegeben. Nach den Mittheilungen des türkischen Gerichtsbeisitzers Halil Effendi, der das Manuscript gelesen hatte und den ich

darüber befragte, sei darin erzählt gewesen, der Feldherr Lala Schahin habe die Stadt von den „Kjafirs" (Ungläubigen) erobert, „Saghra Eski Hissar" genannt, weil angeblich über dem Stadtthore eine Inschrift einen gewissen Zacharias als Wiederhersteller der Mauern bezeichnete — offenbar eine Legende zur Namensdeutung eigens gemacht. Den neubulgarischen Namen Schelesnik (Eisenstadt), der in letzter Zeit hie und da gelesen wird, und von dem ich schon in der „Heerstrasse" (S. 155 Anm. 43) bemerkte, dass er vor 1845 nirgends vorkommt, erklären die Eski-Zagrioten für ein ganz neues Machwerk des noch lebenden bulgarischen Schriftstellers Schischkoff, jedoch mit Unrecht, denn ich finde ihn schon 1845 in einem russischen Buche des Bulgaren Apriloff[1]). Gegenwärtig ist er ganz aus dem Gebrauch gekommen. Es liegt ihm eine Verwechselung mit dem aus den byzantinischen Chroniken bekannten Balkanpass Σιδηρᾶ oder Πύλαι Σιδηραῖ (s. Heerstr. S. 150) zu Grunde. Die Bulgaren nennen die Stadt Eski Zágra, Eski Zaara oder Stára Zagóra.

Die vorwiegend türkische Nomenclatur der Dörfer in der Umgebung, auch solcher, die jetzt seit Generationen nur von Bulgaren bewohnt sind, zeugt, dass die Landschaft bei der Eroberung durch die Osmanen durch die vielen mittelalterlichen Kriege sehr entvölkert war und von den Eroberern in grossem Umfang colonisirt wurde, ebenso wie die Umgebungen von Adrianopel und die Strecken von dort zur Propontis. Im Westen Bulgariens, in den Gouvernements von Widdin und Sophia, sowie in Makedonien, wo die Eroberer eine dichte einheimische Bevölkerung antrafen, gab es osmanische Colonien fast nur in den strategisch wichtigen Positionen, weshalb dort auch der türkische Bruchtheil der topographischen Nomenclatur sehr gering ist. Eine Anzahl Dörfer bei Eski Zaara hat übrigens Doppelnamen in beiden Sprachen. Als besonders „alt" bezeichnete man mir eine Reihe grosser, rein bulgarischer Dörfer in der Sredna Gora, zwischen Eski Zagra und dem kleinen Flecken Jeni Zagra[2]).

---

[1]) Apriloff, Bolgarskyje Gramoty (bulgarische Urkunden), Odessa 1845, p. 60 Anm.: Die Stadt Eski Zagora an der Tundscha (!), Eski Zahra, Staroje Zagorje, Želêznik (griech. Σιδηρόπολις), auch Melta (aus der Tab. Peut. hieher verirrt, ist nach den Maassen in Lowetsch zu suchen). Vgl. Heerstr. 157.

[2]) Zur Correctur der österreichischen Generalstabskarte können hier einige topographische Bemerkungen dienen. *Kŏjtschikli* der Karte (S. von Eski Zagra) heisst Madscharito. *Mahale* (S.O.) heisst bulg. Mogila, türk. Kawak Mahala.

Eine Eigenthümlichkeit der kirchlichen Geographie darf nicht übergangen werden. Eski Zagra, Jeni Zagra, die Dörfer bis Seimenli an der Maritza, 15 Ortschaften des Cantons von Tschirpan nebst dem Canton von Kazanlyk gehören unter den Metropoliten von Tirnowo, dem auf der anderen Seite des Haemus auch Jelena, Sewliewo (türk. Selwi), Swischtow und Nikopolis untergeordnet sind, so dass seine Eparchie (die grösste der bulgarischen) von der Donau bis zur Maritza reicht, umgeben von den Eparchien von Lowetsch (türk. Lofdscha, Λόβιτζον der Byzantiner), Philippopolis, Sliwen, Preslaw (Schumla) und Rustschuk. Man erinnert sich nicht mehr, seit wann diese Grenze besteht, und ich habe leider kein kirchengeschichtliches Material zur Hand, um zu sehen, wann die byzantinischen Bischöfe von Berrhoea zum letzten Mal erwähnt werden. Die grosse Ausdehnung der Eparchie gegen Süden scheint mit der politischen Grenze des bulgarischen Staates im XIV. Jahrhundert zusammenzuhängen, wie denn überhaupt die Eparchial- und Sandschakgrenzen für die historische Geographie von grosser Bedeutung sind.

Bevor wir von Berrhoea scheiden, wollen wir noch einige Punkte der mittelalterlichen Topographie in Erwägung ziehen, die wohl auch für die antike Geographie nicht werthlos sind, denn die bewohnten und befestigten Orte haben in diesen Perioden hier zu Lande ihre Lage und ihren Namen oft nur wenig gewechselt.

Pachymeres (ed. Bonn. II, 446) erzählt bei der Beschreibung der Kriege gegen den bulgarischen Herrscher Swetslaw (1295—1322), das byzantinische Heer sei von Adrianopel aus gegen den ἔξω ζυγὸς, die „äussere Gebirgskette" (Sredna Gora), aufgebrochen

---

Hautli existirt nicht; an seiner Stelle steht ein türkisches Dorf Lefedschi. *Nraewo (Irasowo)* ist desgleichen unbekannt. *Trankowo* und *Čali Mahalesi* sind ein und derselbe Ort und nicht zwei; bulg. trăn und türk. tschalyq bedeutet beides „Dorn". *Sipahi-Misirlik* (an der Bahnlinie Seimenlik-Jambol) heisst bulg. *Risimánowo*. *Türkmen Mahalesi* heisst bulgarisch nicht *Trulianskaja Mahala*, sondern Turkmenska Mahala. *Tschausch Mahalessi* (an der Bahnlinie) ist schon vor dem Kriege verödet. Westlich und nördlich von der Stadt existirt das angegebene *Gülen* nicht. *Kutludscha* ist im Kriege zerstört; die Einwohner leben in der Stadt. *Lidscha* (N.W. im Gebirge) heisst bulgarisch Bani (Plur. von Banja); dort wurden einige römische Münzen aufgefunden.

und habe geplündert *ἀπὸ Ῥαχούβεως καὶ ἐς Στίλβνου μέχρι καὶ Κόψεως*. In Constantinopel sei man überrascht gewesen, denn wo Stilvnos (Sliwen) und Kopsis lagen, wusste man; aber bei *Ῥαχουβις* dachte man an einen Ort ganz nahe bei der bulgarischen Hauptstadt Tirnowo. Erst später stellte es sich heraus, dass es ein *Ῥαχουβίτζα* diesseits des Gebirges gewesen sei. Dieser Ort besteht noch als ein grosses altes Dorf mit rein bulgarischer Bevölkerung und einer Burgruine, 16^{km} nordöstlich von Eski Zagra an der Sredna Gora, bulgarisch *Rjachowitza* („orjach" Nuss), türkisch Küdirbe genannt. *Ῥαχουβις* bei Tirnowo ist der heute wohlbekannte grosse Marktflecken Rjachowitza (Ober- und Unter-) eine Stunde von Tirnowo die Jantra abwärts. *Kopsis* habe ich bereits in der „Geschichte der Bulgaren" in die Quellgegend des im oberen Laufe heute noch Gjopsa, im unteren Strema genannten Flusses verlegt. Gegenwärtig kann ich aus meinen Studien in den Archiven von Ragusa noch nachtragen, dass dort noch um 1600 ein Handelsplatz mit türkischen Einwohnern, Namens *Gjopscie*, bestand. Sein Name erscheint in dem interessanten Comptoirbuche eines in Sofia handelnden Ragusaners, Benedetto Marini di Resti (1590—1605), das im Ragusaner Archiv erhalten ist. Dort wird ein Alli Dede de Ghiopscie und ein Ussin Mehmet di Giopscie genannt.

Eine interessante und wenig bekannte Landschaft liegt zu beiden Seiten der unteren Tundscha, zwischen Jambol und Adrianopel, in den Bergen, welche am südöstlichen Horizont von Eski Zagra sichtbar sind. Die Dörfer Böjük- und Kütschük-Monastir unter dem Monastir Baïr haben eine griechische Bevölkerung, ebenso wie einige Orte des Cantons von Kawakli und die Dörfer Böjük- und Kütschük-Böjuklü jenseits der Tundscha. Als alter Hauptort des ganzen Gebietes erscheint die Stadt Kyzyl Jenidsche an der Tundscha, mit einer alten Brücke; die Stadt soll der Sage nach ganz von Türken bewohnt gewesen sein, bis die Familien derselben durch die Pest meist hinweggerafft wurden. Jenseits der Tundscha bis zum Meere dehnt sich ein dicht bevölkertes Gebiet aus, mit grossen reichen ganz bulgarischen Dörfern (Popowo u. a.). In dem grossen Orte Fakih wird derselbe Dialekt gesprochen und dieselbe Tracht getragen wie bei Fere an der Maritzamündung; die bulgarischen Dialekte und die inneren Wanderungen bieten überhaupt noch ein weites Feld für die Forschung. Der Ort Draka zwischen Fakih und dem aus dem Mittelalter wohlbekannten Russokastro ist z. B.

vor 15 Jahren durch Ankömmlinge theils aus Eski Zaara, theils aus Tschirpan colonisirt worden.

Der erwähnte Monastir Baïr verdankt seinen Namen mittelalterlichen Mönchscolonien. Einige alte topographische Daten fand ich in einem grossen Codex des Klosters Rilo, der Heiligenlegenden enthält und von dem Grammatikos Wladislaw im J. 1479 in dem Marienkloster bei Schegligowo (Ruinen bei Kumanowo) unter der Tscherna Gora (slawisch noch jetzt so genannt, türkisch Kara Dagh) an den Quellen der Bulgarischen Morawa geschrieben ist. Die Nachrichten befinden sich in einer Vita des aus Klazomenae gebürtigen grossen Eremiten Gregorios Sinaites, der um die Hälfte des XIV. Jahrhunderts lebte (vgl. Gesch. der Bulg. S. 312), verfasst von dem Constantinopolitaner Patriarchen Kallistos († 1364), einem Schüler dieses Gregorios. In dieser Vita erscheint diese Landschaft als „Einöde *Paroria* (*παροριά*) an der damaligen Grenze der Bulgaren und Griechen"; mit anderem Namen hiess sie auch *Mesomilion*. Am Berge *Katakryomeni*, am Orte *Pozowa*, gründete Gregorios sein Kloster, nachdem schon früher Eremiten hier gehaust haben. Der Name Mesomilion ist für uns von besonderem Interesse. Nach Theophanes (ed. Bonn. S. 775) verlangte der Bulgarenfürsten Krum die Erneuerung der von seinem Vorgänger Kormesios in der Hälfte des VIII. Jahrhunderts mit den Byzantinern abgeschlossenen Grenzverträge, „*αἳ τοὺς ὅρους περιεῖχον ἀπὸ Μηλεώνων τῆς Θρᾴκης*". Diese *Μηλέωνα* scheinen mit dem *Μεσομήλιον* des Gregorios Sinaites identisch zu sein.

Wenn man von Eski Zagra nordwärts in die Gebirgslandschaften eindringt, bemerkt man eine starke Abnahme an antiken und mittelalterlichen Resten. Dies gilt besonders von dem Becken von Kazanlyk, dem Tulowsko pole (Tulower Feld). Kazanlyk selbst ist nach der Angabe der Einwohner ein neuer Ort, entstanden durch das Zusammenwachsen mehrerer Dörfer; es hat wohl Moscheen und türkische Kulàs (Thürme), aber keine Spur von Befestigungsmauern. Die erste Erwähnung des Ortes findet sich erst bei Hadschi-Chalfa, einem türkischen Geographen des XVII. Jahrhunderts. Auf meine Fragen über Alterthümer hörte ich nur mein eigenes Echo. Ich habe einmal eine kleine Abhandlung geschrieben über die muthmassliche Identität des Tulowsko pole mit dem antiken keltischen Königssitz *Tyle* bei Polybios (Sitzungsber. der kgl. böhm. Gesellschaft der Wiss. 1876, 4. Dec.; vgl. Heerstrasse 152).

Die Sache kam durch die russische Übersetzung der „Geschichte der Bulgaren" zur Kenntniss der Kazanlykioten, die mir sie als wichtiges Factum mittheilten, und auch wahrscheinlich allen anderen Reisenden erzählen werden. Das Dorf *Tulowo*, ungefähr 16 Kilometer östlich von Kazanlyk, in der ganz flachen Thalsohle zwischen Balkan und Sredna Gora habe ich besucht. Unter dem Schatten uralter Ulmen und Wallnussbäume stehen die kleinen Lehmhäuser mit rothen Ziegeldächern; dabei ist ein grosser Friedhof mit christlichen Grabsteinen und einige grosse Tumuli. Etwas weiter gegen Nord, gegen den nahen Fuss des hier sehr steilen Balkans stehen in einem dichten Hain von Nüssen, Kastanien und Ulmen an fünf ganz kolossale Grabhügel. Auch rings herum ist die Thalsohle voll von solchen prähistorischen Denkmalen. In einer nahen Schlucht liegt das St. Nikola-Kloster von Maglisch, wo auch in der älteren Türkenzeit eine Art Schule für bulgarische Geistliche und demnach ein Centrum für die damals so seltene Schreibekunst bestand. Es soll hier früher viele Codices gegeben haben, die aber jetzt verschollen sind. Eine alte Ruine ist *Buzov-grad* südlich von Kazanlyk in der Sredna Gora. Als einzige Fundstätte antiker Inschriften in der Gegend bezeichnete man mir den Ort *Turia* südwestlich von Kazanlyk, gleichfalls im Gebirge. Es war mir aber nicht möglich mich davon persönlich zu überzeugen; die Balkanhöhen waren bei meinem Besuch bereits mit Schnee bedeckt und die Anzeichen des nahenden Winters drängten zur Eile.

Ein denkwürdiger Ort in jeder Beziehung ist die alte Zarenstadt *Tirnowo*. Die malerische Lage ist unvergleichlich: steile, inselartig von einander getrennte Felsenterrassen, kahle, vertikale Abstürze ohne Leben und Vegetation und dazwischen die Windungen der Jantra, die in dem Gewirr der Akropolen und Felszacken bald dort bald hier durch einen Silberstreifen sich bemerkbar macht. Es sind enge unzugängliche, echt mittelalterliche Situationen. Die Centra bilden die zwei Burgen, der Zarewetz (türkisch Hissar) am linken und die Trapezitza am rechten Ufer; die neuen Stadttheile liegen rings herum auf beiden Seiten des in merkwürdigen Maeandern sich durchwindenden Flusses (vgl. Gesch. der Bulgaren S. 253 und Kanitz Donau-Bulgarien II. S. 36).

Alle in Tirnowo sichtbaren alten Reste stammen aus dem späten Mittelalter. Von antiken Substructionen konnte ich keine Spur entdecken. Alles Antike, und es ist dessen nicht wenig,

Säulen, Inschriften, Quadern, ist hierher verschleppt aus den drei Stunden nordwärts entfernten, schon in der offenen Ebene am Nordfusse der Haemusausläufe gelegenen Ruinen von *Nicopolis ad Haemum*. Der Name Tirnowo's erscheint sicher bezeugt erst am Ende des XII. Jahrhunderts; vorher scheint hier nur eine unbedeutende Burg bestanden zu haben.

Der Zarewetz (Hissar), das eigentliche alte Tirnowo und der Sitz der bulgarischen Zaren in der Zeit 1186—1393, war in der Türkenzeit ausschliesslich von osmanischen Colonisten bewohnt und ist jetzt nach deren Abzug ganz öde und verlassen. Das einzige Gebäude, welches auf dem ausgedehnten, von allen Seiten durch vertikale Abstürze umgrenzten Felsplateau aufrecht steht, ist eine Moschee, die als Militärmagazin dient und 1435 an der Stelle einer Kirche der hl. Petka (Παρασκευή) erbaut ist. Alles übrige sind Schutthaufen, Fundamente winziger Häuschen, überwuchert mit Gestrüpp, mit steilen, winkligen, engen Gassen dazwischen. Imposant ist der Eingang zur Burg von der jetzigen Stadt, ein natürlicher, an der engsten Stelle kaum vier Meter breiter Felsviaduct von schwindelnder Höhe, ohne Balustraden, die *Kánara* der Ternowiten (ein allg. Appellativ für Felswände). Rechts und links sieht man tief unten die Jantra; auf einer Seite kommt sie von Gabrowo herab, umfliesst dann das Burgplateau fast im Kreise und kehrt auf der anderen Seite wieder zurück, um sich nach Norden durchzuwinden. Der Viaduct hat an einer Stelle einen engen, bis auf den Grund hinabgehenden Riss, durch welchen man unten stehend das Landschaftsbild auf der entgegengesetzten Seite durchsehen kann. Dieser Spalt ist mit einem kurzen primitiven Bogen überbrückt.

Oben in der Burg fand ich noch ganz gut das Sechseck der Mauern mit den fünf Thoren, wie es der türkische Geograph Hadschi-Chalfa († 1658) beschreibt. Zu seiner Zeit scheint die Umfassungsmauer noch ganz aufrecht gestanden zu haben; seitdem ist sie wohl nicht absichtlich zerstört worden, sondern durch Einwirkung der Elemente bei ihrer schlechten Construction allmählig zerfallen und in die Tiefe hinab gestürzt. Die ganze Arbeit ist sehr roh. Die Mauern, wie sich aus ihren stellenweise ganz gut erhaltenen Fundamenten urtheilen lässt, waren sehr dünn, folgten den Windungen des ungleichen Felsrandes, hatten stellenweise eckige Vorsprünge und bestehen aus Steinen, die nicht durch festen

byzantinischen Mörtel, sondern nur sehr lose an einander gefügt sind. Das Hauptthor gegen Westen zur Stadt und das kleine Nordthor (zur Trapezitza) stehen noch aufrecht; ausserdem sieht man die Spuren eines treppenartigen Abstieges in der Richtung gegen Arbanasi, die Flankenmauern eines Thores mit einem Pfad zum unteren Türkenviertel und die Stelle eines Pförtchens gegen Süden. Bei dem vierten der genannten Ausgänge steht auf einem Vorsprung ein noch bedeckter viereckiger Pulverthurm mit eisernem Thor, der wahrscheinlich aus den Resten eines vorspringenden Donjons aufgebaut wurde. Nur bei dem Hauptthor kann man zu Pferd hinein; die übrigen vier Pforten führen zu schmalen und abschüssigen Fusssteigen. Merkwürdig primitiv ist die Construction der beiden erhaltenen Thore. Da ist keine Wölbung, kein Bogen, sondern das Thor ist oben einfach abgeschlossen durch vertikal gelegte gewaltige Balken, auf denen das ganze Mauerwerk über dem Thorwege lastet; es erinnert an die allerdings mit einer steinernen Oberschwelle gedeckten ältesten griechischen Thorbauten von Mykenae oder Oeniadae. Der eigenthümlichste Punkt der ganzen Burgstelle ist der Gipfel. Dort steht eine Art Tumulus, ein glockenförmiger, grasbewachsener Hügel. Die Türken nennen ihn *Tschantepé* (Glockenhügel), weil angeblich eine Glocke darin begraben sei; höchstwahrscheinlich stammt der Name von der Form des Hügels. Die Einwohner behaupten, dass der Hügel hohl klinge. Seine ganze Gestalt passt nicht in das felsige Terrain und ich vermuthe, dass er die verschüttete Ruine irgend einer Kirche mit Kuppel in sich birgt. Nachgrabungen werden die Frage einmal lösen.

Die Trapezitza auf dem gegenüber liegenden rechten Jantraufer ist etwas niedriger. Es ist ein isolirtes rundes Plateau von nicht grossem Umfang, mit den Fundamenten einer Mauer, die mit kleinen Rundthürmen versehen war. Der einzige Weg hinauf beginnt von der Brücke, welche in dem Passe zwischen beiden Burgfelsen über die Jantra führt. Der ganze Raum oben ist mit den Substructionen ganz kleiner viereckiger Gebäude, wohl Privathäuser, bedeckt. Während der russischen Occupation begann Herr Prof. Drinoff Nachgrabungen auf der dem Zarewetz zugewendeten Seite und deckte zwei kleine enge Kirchlein auf. Als Altarsteine dienten antike *βωμοί* aus den Ruinen von Nikopolis. Der eine führt die Inschrift:

ΑΓΑΘΗΙΤΥΧΗΙ
ΔΙΙΟΛΥΜΠΙΩΙΚΑΙΗΡΑΙΖΥΓΙΑ
ΚΑΙΑΘΗΝΑΠΟΛΙΑΔΙΛΟΥΚΑΣ
ΖΕΝΩΝΟΣΝΕΙΚΑΙΕΥΣΚΑΙ
ΝΙΚΟΠΟΛΕΙΤΗΣΥΜΝΟΔΟΙΣ
ΦΙΛΟΣΕΒΑΣΤΟΙΣΤΟΝΒΩ
ΜΟΝΞΚΤΩΝΙΔΙΩΝΑΝΕΘΗΚΕΝ

Ἀγαθῇ τύχῃ. Διὶ Ὀλυμπίῳ καὶ Ἥρᾳ Ζυγίᾳ καὶ Ἀθηνᾷ Πολιάδι Λουκᾶς Ζένωνος Νεικαιεὺς καὶ Νικοπολείτης ὑμ[νω]δοῖς φιλοσεβαστοῖς βωμὸν ἐκ τῶν ἰδίων ἀνέθηκεν.

Der andere Stein hat eine ähnliche Inschrift mit grösseren, schweren Buchstaben:

ΑΓΑΘΗΙΤΥΧΗΙ
ΔΙΟΛΥΝΠΙΩ ΚΑ/
ΗΡΑΖΥΓΕΙΑ ΔΙΚΛΑ
ΥΔΕΙΕΙCΝΕΙΚΑΙΕΥC
ΥΜΝΩΔΟΙCΙΕΡΟ
ΝΕΙΚΑC ΚΑΙ ΦΙΛΟCΕ
ΒΑCΤΟΙCΕΚΤΩΝΙΔΙ
ΩΝΑΝΕCΤΗCΑ///

Ἀγαθῇ τύχῃ. Δι(ὶ) Ὀλυ[μ]πίῳ καὶ Ἥρᾳ Ζυγείᾳ ..... Νεικαιεὺς ὑμνῳδοῖς ἱερονείκα[ι]ς καὶ φιλοσεβαστοῖς ἐκ τῶν ἰδίων ἀνέστησ[ε]. [1])

In dem Passe zwischen beiden Burgen steht ein kleines isoliertes Stadtviertel mit drei mittelalterlichen Kirchen. Unter der Bezeichnung Bezitza sieht man die noch stattlichen, jetzt mit einem Dache versehenen Überreste der altbulgarischen kleinen Krönungskirche

[1]) [Es bestand also in Nikopolis ein Collegium von ὑμνῳδοί, welche sich als Zeichen der Loyalität φιλοσίβαστοι nennen und auf dem zweiten Steine ihrer wegen in heiligen Agonen errungener Siege, das sonst bei Athleten beliebte Epitheton ἱερονῖκαι beilegen. Der Weihende ist in beiden Fällen aus Nikaia, also eingewanderter Asiate.]

des hl. Demetrios. Ohne mich in das die mittelalterliche Archäologie interessirende Detail einzulassen, bemerke ich nur, dass die Malereien in zwei Schichten übereinander liegen, einer slawischen und einer neueren griechischen, welche bezeugt, dass die Kirche auch nach dem Falle des bulgarischen Reiches unter der griechischen Kirchenherrschaft benutzt wurde und erst allmählig verfiel. Auf dem Hofe liegen viele grosse viereckige graue Steinplatten ohne Inschriften, die kaum als Grabsteine gedient haben dürften.

Gegenüber, auf dem linken Jantraufer unter dem Zarewetz, steht nahe an der Brücke die jetzige Episcopalkirche St. Peter und Paul, mit einigen aus Nicopolis stammenden Säulen, eng, klein und dunkel, wie alle mittelalterlichen Kirchenbauten Bulgariens.

Etwas weiter flussabwärts steht knapp an der Jantra die 1230 zum Andenken an die Schlacht bei Klokotnitza gegründete Kirche der 40 Märtyrer, gleichfalls ein kleiner Bau. Bis zum Kriege war sie eine Moschee und ist jetzt wieder dem christlichen Gottesdienst gewidmet. Ausser den noch erkennbaren Fresken gibt es in ihr zahlreiche antike und mittelalterliche recht interessante Denkmale. Das Dach ist gestützt durch sechs antike Säulen von verschiedener Gestalt und Farbe. In dem ersten Säulenpaar vor dem Altar ist die Säule rechts umgekehrt aufgestellt. Unten am Säulenfuss liest man eine jetzt umgekehrt stehende, roh eingegrabene Aufschrift: ΚΑCΤΡΟΝ ΡΕΔΕCΤΟ. Es ist kein Zweifel, dass damit das bekannte κάστρον Ῥαιδίστου, die Stadt Rodosto an der Propontis gemeint ist. Wie aber kam die Säule von den Gestaden des Marmara-Meeres bis hierher, und noch dazu im Mittelalter? Der Fall ist merkwürdig, aber nicht vereinzelt. Kanitz fand auf dem Ruinenfelde von Aboba bei Schumla eine ähnliche Säule mit der Aufschrift ΚΑCΤΡΟΝ ΒΟΡΔΙΖΟ (Donau-Bulgarien III, 356), die auf das Castell *Burtudizus* zwischen Hafsa und Lüle Burgas, auf der Route von Adrianopel nach Constantinopel (Heerstrasse S. 49) hinweist, welches im Mittelalter *Bulgarophygon* (ib. S. 100) hiess und durch eine grosse Niederlage der Byzantiner im Kampfe gegen den Bulgarenfürsten Symeon (893) denkwürdig ist. Die Säulen sind offenbar von den Bulgaren als Trophäen in ihre Heimath verschleppt worden, um Steine mit der Namensaufschrift der am fernen Meere im Süden eroberten Städte zu Hause zu haben. Vielleicht geschah dies in der Zeit des genannten Symeon († 927) selbst. Dass die Bulgaren

auf ihren Kriegszügen gegen Byzanz gar vieles mitzunehmen pflegten, ist sattsam nachweisbar; die Asêniden z. B. brachten von ihren Feldzügen nicht selten Reliquien von Heiligen nach Tirnowo.

Die rechte Säule des zweiten Paares ist rings herum bedeckt mit der regellos verlaufenden Schrift der bekannten Inscription mit dem Namen des heidnischen Bulgarenfürsten Mortag-Chan aus dem Anfang des IX. Jahrhunderts, abgefasst in barbarischem Gemeingriechisch (den Text siehe Gesch. der Bulgaren S. 148 Anm.). Ich war überrascht, diese Inschrift wirklich hier zu finden, denn bei ihrer Seltsamkeit konnte sie nur allzuleicht den Gedanken an eine Mystification erwecken. Ein Bulgare Daskaloff hatte sie einmal abgeschrieben und (1860) in einer russischen Zeitschrift publicirt. Seitdem ist niemand in der Moschee gewesen, um ihre Existenz zu constatiren[1]). Allerdings ist die Copie in den Einzelheiten nicht vollständig correct.

Im dritten Säulenpaar steht die Säule links auf einem antiken Grabstein ohne Inschrift; die Säule links, der ein Stein mit der Sculptur eines Ochsenkopfes als Basis dient, führt in regelmässigen slawischen Buchstaben die schön eingemeisselte Inschrift des Zaren Joannes II Asên über den Sieg 1230 und die Gründung der Kirche (übersetzt in Gesch. der Bulg. S. 251). Auch auf dem Hofe der Kirche bemerkt man einige antike Stücke, ein Säulencapital, das jetzt als Basis dient u. s. w.

Die jetzige Stadt Tirnowo, auf einem engen Felskamm westlich von Zarewetz gelegen, weist keinerlei Alterthümer auf. Vor dem Amtsgebäude der Regierungsbehörden steht auf einem freien Platze die grosse Inschrift aus der Zeit des Septimius Severus mit den Namen der ἱερωτάτη βουλὴ καὶ ὁ κράτιστος δῆμος Οὐλπίας Νικοπόλεως τῆς πρὸς Ἴστρον, welche Kanitz (III 342) auf dem Forum von Nikopolis ausgegraben hat und die seitdem nach Tirnowo gewandert ist.

Regelrecht unternommene Ausgrabungen auf dem römischen Trümmerfelde von Nicopolis ad Haemum, sowie in den bulgarischen Burgen von Tirnowo werden jedenfalls für die Aufhellung der Vergangenheit dieser Länder mancherlei Resultate geben. Nicopolis,

---

[1]) Kanitz erwähnt (III 319) eine zwei Meter lange Inschrift, die er in der Moschee auf einer Säule erblickte; es giebt aber hier noch eine bulgarische Inschrift aus dem J. 1230.

die Reste von Ulpia Oescus bei Gigen an der Iskermündung und die Ruinen von Aboba gehören zu den Trümmern antiker Städte, welche nicht unter den Häusern moderner Ansiedelungen begraben sind und wo demnach den Nachgrabungen kein Hinderniss im Wege steht. In Gigen haben die Einwohner der umliegenden Dörfer jüngst das alte Gestein zu Privatbauten verschleppen wollen; die bulgarische Regierung, davon benachrichtigt, traf alle Massregeln, dass die dortigen Statuen, Sarkophage und anderen Denkmäler unversehrt erhalten werden.

Auch bei Sistow, wo *Novae* stand, das Hauptquartier der *Legio I Italica*, ist noch Manches vorhanden. Zu den bereits bekannten Inschriften kann ich eine nachtragen, die im Türkenviertel gegenüber dem Uhrthurm auf einem Brunnen steht. Die Copie habe ich von Hrn. Ingenieur Proschek:

C · VALERIVS
C F FAB
LONGINVS HER
MIL LEG I ITAL
› VASELLI MAR
CELLI MILII ANN
XIIII VIXIT ANN
XXXIIII
P · VALERIVS GER
MANVS COMMANI
PVLARIS ET HERES
F C .

Zahlreiche antike Ansiedelungen gab es, wie schon aus den bei Kanitz beschriebenen Texten und Inschriften zu ersehen ist, in der Gegend von Wratza, am Nordfuss des West-Balkans, sowie im Kreise von Widdin. Ein bedeutenderer Platz unter anderen ist *Kutlowitza* auf der Hälfte des Weges von Lom Palanka an der Donau zu dem Balkanübergang von Berkowitza, ein grosses Dorf, jetzt Sitz eines Unterpräfecten (Okolijski Natschalnik), der dem Präfecten von Berkowitza untergeordnet ist, und eines Friedensrichters. Hier gab es eine isolirte türkische Colonie, welche dafür spricht, dass der Ort zur Zeit der Eroberung des Landes eine strategische Bedeutung hatte. Bei ihm beginnen in der That, wenn man von der Donau kommt, die ersten Vorhöhen des Balkange-

birges. Einige Hundert Schritte gegen SW sieht man über dem Dorfe eine steile Terrasse, welche die ganze Position dominirt; auf ihr kommen unter dem Gestrüpp alte Substructionen und die Fundamente einer Kirche zum Vorschein. Im J. 1688, als die Bulgaren der nahen Bergwerkstadt Tschiprowetz gleichzeitig mit dem Vorrücken der österreichischen Truppen gegen Nisch und Widdin sich erhoben, wurden sie bei Kutlowitza von den Türken geschlagen.

Die Ansiedelung ist alt. Im vorigen Jahre grub man hier einen Inschriftstein aus und wollte ihn wieder anderweitig verwenden, als zufällig Seine Hoheit der Fürst von Bulgarien durchreiste und den Stein nach Sophia transportiren liess, wo derselbe jetzt in den bescheidenen Anfängen der Museumssammlungen zu sehen ist. Es ist eine Steinplatte, 78 Cm. hoch, 50 breit, 25 dick, unten entzweigeschlagen, mit einem vermittels eines eisernen Instrumentes gebohrten Loche, welches bezeugt, dass das Stück in neuerer Zeit bei irgend einem Bau verwendet wurde. Die ersten drei Zeilen sind mit regelmässigen grossen Buchstaben geschrieben, der Rest mit kleinen und ungleichen. Die 33 Zeilen lange Inschrift nennt Soldaten der Legio XI Claudia[1]):

[1]) *[Vgl. Ephemeris epigraphica vol. 4 p. 524, wo Mommsen diese Inschrift nach derselben Abschrift mitgetheilt und erläutert hat.]*

LONGINI LEG ⸜ AVG ⸝ PR PR
VEXILLAT ⸝ LEG ⸝ XI ⸝ CL ⸝
SVB CVRA ⸝ FL ⸝ MAXIMI Ɔ LEG
EIVSDEM ⸝ SEVERO ET SABINIANO
B COS VLPIVS COS ALEXANDER
PRINCIPALES · TES · IVL · AETERNALIS
· IVB · AVRELIVs POSTVMVS CORNICEM
VALERIVS RVFVS · MED · AVREL · ΛRTEMO
· IMVNES · VEN · IVLIVS · LONGINVS · ET · FL ·
VALERIVS · CHOR · I · CALPVN · TERTIANVS
VAL · FELIX · ELA · VΛLENS · AVREL · PEDO · FII · ЄRACL
AVREL · TIBERINVS · IVL · MARCVS · AVRELIVS
CERÒNIVS · CHO · II · AVRELIVS ΛPPIANVS · FLA
REGINVS AVREL · CΛIREΛS · VΛL · FRONTO · IVLIVS
CLAVDIANVS · CHOR · III · IVLIV HORTESIS AELIVs
MARTIALES · VAL · VΛLENS · ANTONS · VALENS
PONTI : PONTIANVS · VAL · ANTONIVS · VAL · RVFVS
CLΛV · IΛNVΛRIVS CHOR · IIII AEL · PAVLVS · AVREL
GERMANVS · AVR · SANCTVS · VAL · MAXIMVS
ΛNTO · VALENS · IVL · VALENS · VΛL · LONGVS · VLP
BASSVS · FL · PRIMVS · CHOR · V · AEL · APOLLODORV[S]
AELI SABINVS · IVL · FLΛCCVS · ΛVR · HELENVS
AVR · ARTEMO · COCCEIVS · LONG · ΛTIL · CRISPVS
AVR · QVADRATVS · AEL · APELLES · FL · ALEXANDER IVL
NIGRINVS · AEL · ANTVL · II · NVS · AEL · VICTORINVS qRVIV / sic
MAXI · MVS · VAL · FIRMVS · AEL · FLAVINVS · PETRO VALENS
////NGINVS · VAL · VALENS · IVL · ALEXANDER ΛVR N / ΛTЄIO
IFS · IV//////VMI QVADRATVS MVM CELER TRI VALE
FL TERTIVS · AVR ... IVLINVS · CL · PONTIΛNVS ΛVR · NIGER
/ AL / NENS FL · LON(GI)NVS · IVCV ////////////
IVL · VINDEX AVR · D ..... ΛVS .... NIN IVCVN ////
DECVRIO POMPONI ////// ERCVLIANVS PX
EQVES · XI · CL ·

Was endlich die Hauptstadt des neuen Fürstenthums Bulgarien anbelangt, so ist deren Identität mit der antiken *Serdica* und dem mittelalterlichen *Sreadetz* der Bulgaren und *Triaditza* der Byzantiner unzweifelhaft. Indess sind bis jetzt wenig Denkmäler zum Vorschein gekommen. Die vielen, in der letzten Zeit unternommenen Neubauten fallen fast sämmtlich ausserhalb des Weichbildes der alten Stadt, in die Gärten derselben, welche sich in der Richtung der Constantinopler Strasse und der Chaussée zum Balkanpass von Etropol vor den Thoren ausbreiteten. Man findet bei der Grundlegung der Fundamente nur Münzen, Reste von Canälen und Wasserleitungen, hie und da auch Gräber. Die Ruine der Sophienkirche, von welcher die Stadt seit dem XIV. Jahrhundert ihren neuen Namen führt, steht in dieser Gegend; es war vielleicht ein befestigtes Kloster ausser der Stadt.

Das alte Serdica liegt begraben unter dem Judenviertel, unter den Bazarstrassen, an denen der alte ruinirte Bezestan (einst mit neun Kuppeln) und das aus wechselnden Bruchstein- und Backsteinlagern erbaute geräumige Karavanserai steht, und unter der Umgebung der natürlichen warmen Quellen (+ 40° R.), die dort in der Stadt selbst dem Boden entspringen. Alle die kleinen, mittelalterlichen Kirchlein Sophias liegen in dieser Gegend, meist im Judenviertel selbst. Es sind dieselben, die Gerlach 1578 aufzählt, enge, dunkle Bauten, wie die von Tirnowo. Ihr Fussboden liegt tief unter dem heutigen Niveau der Umgebung. Das Judenviertel steht auf einem Hügel, der nicht natürlich, sondern viele Meter tief aus Schutt und Mauertrümmern zusammengesetzt ist. Überall treten grosse behauene Steine zu Tage, hie und da auch Reste von unterirdischen, wohl mittelalterlichen Wölbungen aus Backsteinen. Bei jedem Bau stösst man auf gewaltige Fundamente und verschüttete Reste von festen Mauern. Die bevorstehende Regulirung und Nivellirung dieser alten inneren Stadt, die jetzt ein Conglomerat von elenden Lehmbuden mit einem wahren Irrgarten winkliger und holperiger Gassen bildet, dürfte manchen interessanten Fund zu Tage fördern.

Die Rudimente alter sehr breiter und solider Steinmauern mit Rundthürmen ausserhalb der Stadt gegen Norden auf der Strasse nach Lom Palanka zu, nur wenige Schritt vor den letzten Häusern, hat bereits Kanitz beschrieben. Ein anderes Mauerstück, breite sehr solide Fundamente aus grossen Backsteinen, kommt auf der

gegen das tiefere Innere des Sofianer Beckens gewendeten an 30 Fuss hohen Terrasse hinter dem jetzigen Palais, unterhalb der alten Kavalleriekaserne, oberhalb der Kapanska Mahala zum Vorschein; es zeugt von einer schnurgerad und regelmässig gebauten, gewiss antiken Umfassungsmauer. Es sind wohl dieselben Mauern, welche Attila zerstörte, Justinian wieder aufbaute, welche die Komnenenkaiser als ein Bollwerk ihrer Herrschaft in diesen Provinzen betrachteten und welche die Kreuzfahrer bei ihrem Durchzuge sahen. Als Bertrandon de la Brocquière 1433 durchreiste, waren sie bis auf den Grund niedergerissen; doch noch Verantius 1553 und Gerlach 1573 bemerkten ausserhalb der Stadt Trümmer von Befestigungen, wohl dieselben, die wir heute auf der Lomer Strasse sehen. Nach diesen Resten zu urtheilen, muss das Mauerquadrat einen sehr grossen Raum in sich gefasst haben. Über den mittelalterlichen Zustand der Stadt während der Komnenenzeit fand ich einige nicht werthlose Einzelnheiten in einem Codex des Klosters Rilo, welcher eine von dem byzantinischen Annalisten Georgios Skylitzes verfasste, noch unedirte Lebensbeschreibung des heil. Joannes von Rilo in alter bulgarischer Übersetzung enthält. Skylitzes verweilte in *Sreadetz* (dieser alte Name ist heute noch allgemein bekannt) in den Tagen des Kaisers Manuel Komnenos (1143—1180) und schrieb die Heilung von einer Krankheit, die ihn hier befiel, dem genannten bulgarischen Heiligen zu, dessen Leib damals in Serdica aufbewahrt wurde. Die ehemalige *civitas ampla et nobilis* der Spätrömer war damals meist aus Holz gebaut; selbst die Kirche des hl. Lukas war ein Holzbau. Es fehlte nicht an grossen Bränden. Eine in der Zeit Kaiser Manuels von dem „Paeonier Grudas" neu aufgebaute steinerne Kirche des hl. Joannes von Rilo stand an der Stadtmauer; einer noch fortlebenden Sage zufolge ist sie in der Nähe der grossen Thermen gewesen.

Nach antiken Inschriften habe ich bis jetzt vergeblich gesucht. Auch im XVI. Jahrhundert war hier nichts mehr zu sehen, denn die damaligen Reisenden wissen von hier nichts mitzutheilen, wohl aber vieles aus Nisch und Philippopolis. Auf den türkischen Grabfeldern ausserhalb der Stadt sieht man viele Trümmer von glatten antiken Säulen. Das meiste alte Material scheint aber zum Bau der grossen Moscheen verwendet worden zu sein, der Banja Baschi Dschamissi bei den Thermen, der mit neun Bleikuppeln versehenen Böjük Dschamija und der imposanten „Schwarzen

Dschamija". Die letzte liegt ausserhalb des oben angegebenen muthmasslichen Weichbildes der alten Stadt. In der Nähe der Böjük Dschamija stand der ausgedehnte Palast des Beglerbeg's von Rumili, der von den alten Reisenden beschrieben wird, der Sitz des obersten Statthalters der türkischen Provinzen auf der Balkanhalbinsel durch volle drei Jahrhunderte. Er ist zu Anfang unseres Jahrhunderts abgebrannt und seine Stelle, die seitdem leer blieb, nimmt jetzt der öffentliche fürstliche Garten ein.

In der Umgebung fehlt es nicht an interessanten Denkmalen. Es giebt im Kreise von Sophia nicht weniger als 22 alte kleine Klöster und Kirchen, sämmtlich von den engen und dunkeln Dimensionen der erwähnten Gotteshäuser von Tirnowo und Sophia. Der grösste Schatz, den sie bergen, sind alte Fresken, wie z. B. in Bojana am Fusse des Witoscha ganz gut erhaltene Bilder des bulgarischen Zaren Konstantin Asên und der Zaritza Irina, sowie des Sevastokrator Kalojan und seiner Gemahlin aus dem J. 1259. Ich habe die Mehrzahl dieser für die Landesgeschichte hochwichtigen Votivbilder von einem einheimischen Maler für das Museum in Sophia genau copiren lassen. In Bojana dient als Altarstein ein grosses antikes Säulenkapitäl in korinthischem Styl; in der Nähe findet man zahlreiche Münzen des Probus und Aurelianus und in der nahen Bergschlucht liegen auf einem steilen Felsen die Reste des bei Kedrenos genannten kleinen Schlosses Βοιώνιον, das 1015 Kaiser Basilius II. in seinen Bulgarenkriegen belagerte und einnahm.

Antike Spuren findet man selbst jenseits des Witoscha in dem Quellbecken des Strymon, wo in der Kirche des Dorfes Tschirkwa ein Grabstein mit den Worten Ἀσκλήπ .... ἐποίησε ... ἔτη eingemauert ist. Castellruinen und Grabsteine mit lateinischen Inschriften finden sich auch in den Gebirgslandschaften des Kreises von Tèrn.

Ein Fundort von derselben Bedeutung wie Eski Zagra ist die Stadt *Köstendil, Colonia Ulpia Pautalia* der Römer, Welbuschd der mittelalterlichen Slawen, Beobuschka Banja, Kostanitza Bagna oder Constantin Bagna der Itinerarien des XVI. Jahrhunderts, heute noch von der Bevölkerung des ganzen Kreises meist schlechtweg *Banja* (Therme) genannt. Sie liegt auf der Südseite einer prachtvollen von hohen Bergen umgebenen und im Osten vom Strymon berührten, äusserst fruchtbaren Ebene, am Nordfusse des an 6000 Fuss hohen bewaldeten Osogow-Gebirges. Eine heisse Quelle

von ungewöhnlich hoher Temperatur entspringt am oberen Ende der Stadt und speist neun warme Bäder. Mit seinen Obstgärten und seiner schönen Umgebung ist es neben Kazanlyk der anziehendste Ort, den ich in diesem Lande kenne. Reste des Alterthums kommen überall zum Vorschein. Im Strassenpflaster, in den Mauern der Moscheen und der Bäder und in den nahen Dörfern sieht man Inscriptionen aus der Kaiserzeit, alle in griechischer Sprache. Auf einem Steine, der jetzt in die Strymonbrücke, eine Stunde von der Stadt, auf der Strasse nach Dupnitza eingemauert ist, liest man den Namen Pautalia selbst. Bei Nachgrabungen neben der neuen Staatsrealschule stiess man im August des vorigen Jahres auf gewaltige Fundamente, massive schwere Quadern, wahrscheinlich die Substructionen einer römischen Therme. Doch ein ausführlicher Bericht über alle diese Denkmäler muss einer anderen Gelegenheit vorbehalten werden.

Das Osogow-Gebirge bildet die Grenze zwischen Bulgarien und der Türkei. Von Makedonien hörte ich unter Anderem von antiken Denkmälern jenseits in der Landschaft Maleschowo, von einer langen lateinischen Inschrift mit dem Namen des Kaisers Gordian in der Stadt Dschumaja, von den Ruinen einer Burg Chotovo bei Melnik, des mittelalterlichen Χότοβος, genannt bei Akropolita (p. 84) in der Mitte zwischen den Schlössern der Rhodope, Στούμπιον (jetzt Ruine Stob bei dem Dorfe Rylo) und Βελεβούσδιον. In dem Dorfe *Debrene* nördlich von Melnik im Strymonthale werden zahlreiche „gezeichnete Steine“ ausgegraben; unter anderem liegt dort ein Stück mit drei primitiven Köpfen (Basrelief) nebeneinander und der zerschlagenen Inschrift:

ΑΨΡΙΤΩ Αδε
ΛΦΩ ΚΑΙ ΤΗΓΥΝΕΚΙ ΑΥΤΟΥ Μνημη
ΣΧΑΡΙΝ

Für die antike und mittelalterliche Geographie ist noch viel zu entdecken in der inneren Rhodope, in den Thälern der Mesta und der Arda, die voll byzantinischer Burgruinen sind. Der Stadt Nevrekop gegenüber liegen am anderen Mestaufer die Ruinen eines alten Ortes, von dem die Sage geht, er habe Nikopolis geheissen — das antike *Nicopolis ad Nestum*. In dem Namen des Ortes *Smiljan* (t. Ismilan), Centrum der Landschaft Achyr Tschelebi an

den Ardaquellen mit Resten alter Bauten, erhält sich eine Erinnerung an das byzantinische Θέμα τῶν Σμολένων.

Sowohl in Sophia als in Philippopolis[1]) hat man den Anfang zu Museumssammlungen gemacht, in Philippopolis bei der Direction des Unterrichtswesens, in Sophia bei der von Prof. Drinoff während der russischen Occupation gegründeten und jetzt in der Bōjūk Dschamija untergebrachten bulgarischen Nationalbibliothek, die schon jetzt an 9000 Bände zählt. Die bevorstehende Gründung einer literarischen Gesellschaft in Sophia wird der Aufsuchung und Publicirung von Denkmälern der Vorzeit noch mehr Vorschub leisten.

---

[1]) Zu den von Dumont gesammelten Inschriften von Philippopolis können hier zwei hinzugefügt werden. Die eine wurde in dem Stadtgarten ausgegraben und von dem Director des Handels und des Ackerbaus Dr. Wolkowitsch in seine Kanzlei übertragen, wo ich sie sah:

ΦΛΑΜΕΑΤΕΗ/ΠΑΡΙΩΠΡΩΤΩΙΗ
ΛΩΙΕΡΓΑΙΗ/ΗΙΔΙΑCΥΜΒΙΟC
ΓΑΙΑΝΗΜΝΕ/ΙΑCΧΑΡΙΝΕΚΤΩΝ
/ΔΙΩΝ/ΕΝ/ΝΔΕΤΙCΠΩΛΗCΗ
//ΗΕΙΕΙCΗΝΠΟ///Φ// *)

Der andere Stein, eine grosse graue zerschlagene Platte mit breiten verwischten Buchstaben, liegt auf dem Hofe des Regierungsgebäudes, in welchem derzeit der Generalgouverneur residirt.

/ / / / / / / / / / / / / / / /
ΥΝΤΩΓΡΑΣΩΕΑΥΤΗΚ//////////
ΑΙΤΟΙΣΕΓΓΟΝΟΙΣΑΝΕΤΕΟ////////
ΟΝΓΡΑΔΟΝΔΩΣΕΙΕΙΣΤΟ///////**)

---

*) [Die mittleren Spatien hat der Steinmetz gelassen, denn man liest leicht:

Φλα - - - - - - - - - - - - - - - - -
- - - - - Ἐργάτη (?) ἡ ἰδία σύμβιος
Γαιανη μνείας χάριν ἐκ τῶν
[]δίων ἐὰν δέ τις πωλήσῃ
δώσ]ει εἰς τὴν πό[λιν δην.] φ'.]

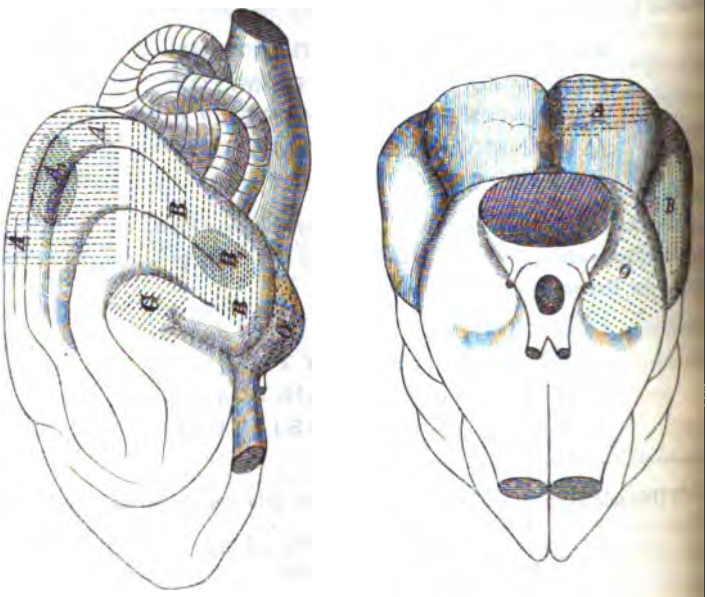
**) [Das seltsame Wort v. 1 u. 3 ist klar γραδος, die hinauf- oder hinabführende Stufe. Dasselbe Wort ist C. I. G. 2050 von Boeckh falsch in πύκλος geändert worden. v. 2 ἂν δέ τις ὀρύξῃ τὸν γράδον κ. τ. λ.]

19. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. H. Munk las:

Über die Hörsphären der Grosshirnrinde.

Die Versuche über die Hörsphäre hatten in den Jahren 1876 bis 1877 so grosse Schwierigkeiten geboten, dass ich mich mit den damaligen Ergebnissen zunächst gern zufrieden gab. Infolge der beiderseitigen Exstirpation einer gewissen Rindenpartie des Schläfen-



lappens, der Stelle B_1, war der Hund seelentaub, d. h. er hörte noch, aber er hatte die Gehörs-Erinnerungsbilder verloren, er verstand nicht mehr, was er hörte; und ganz allmählich lernte der

Hund wieder das Gehörte verstehen, so dass er 4—5 Wochen nach der Operation gerade so wieder wie vor der Operation sich darstellte. Die Stelle B_1 musste danach, in Analogie mit dem was für den Gesichtssinn ermittelt war, einer grösseren der Gehörswahrnehmung dienenden Hörsphäre angehören, von deren gänzlicher Zerstörung völlige Taubheit zu erwarten stand. In der That hatte auch in den ersten Tagen nach der beiderseitigen Exstirpation von B_1, zur Zeit also, wo die Umgebung der Exstirpationsstellen in einiger Ausdehnung infolge des mechanischen Angriffs und der Entzündung functionsunfähig anzunehmen war, jedesmal volle Rindentaubheit bestanden. Aber es war nicht gelungen Hunde am Leben zu erhalten, an welchen eine umfangreichere Exstirpation der Rinde beider Schläfenlappen ausgeführt war, und ich vermochte deshalb die Grösse der Hörsphäre nur annähernd danach zu schätzen, wie weit ich bei den Seelentaubheits-Versuchen die eine oder die andere Exstirpationsstelle über B_1 hinaus in dieser oder jener Richtung ausgedehnt gefunden hatte, ohne dass das Versuchsergebniss beeinträchtigt oder irgendwelche andere Störung noch gesetzt gewesen wäre. So liess sich als die Hörsphäre die Rinde des Schläfenlappens unterhalb der Sehsphäre (AA_1A) und oberhalb des Gyrus hippocampi ansprechen, mit Ausnahme allein der vordersten Partie des Lappens, des an die Fissura Sylvii grenzenden Stückes der dritten äusseren Windung. Es stimmte gut zu dieser Schätzung, dass später hin in jenem Stücke der vierten Windung, wenigstens in seinem oberen oder medialen Theile deutlich nachweisbar, die Sprachregion der Fühlsphäre (G), andererseits im Gyrus hippocampi die Riechsphäre (O) gefunden wurde.

Erst im vorigen Jahre, als die Totalexstirpation beider Sehsphären gelungen war, habe ich die Versuche über die Hörsphäre wieder aufzunehmen gewagt. Und wieder bin ich auf so enorme Schwierigkeiten gestossen, dass bloss die Überzeugung von der Unumgänglichkeit der Untersuchung, wenn anders unsere Kenntniss der Functionen der Grosshirnrinde auf festem Grunde ruhen sollte, zur hartnäckigen Verfolgung der Aufgabe mich ermuthigt hat. Soviel allerdings, als ich erstrebte, hat sich nicht erreichen lassen, aber ich kann doch von Erfolgen berichten.

Der wesentlichste der Erfolge ist die Totalexstirpation der beiden Hörsphären.

Der operative Eingriff wird zuerst an der einen Hemisphäre

und 1—2 Monate später, wenn die Wunde schon lange vernarbt ist, ebenso an der zweiten Hemisphäre vorgenommen. An dem tief narkotisirten Hunde löst man den Schläfenmuskel von seinem oberen und seinem hinteren Insertionsrande her bis unter den Jochbogen ab und entfernt das Schädeldach über dem Schläfenlappen, so dass die Öffnung vorn der Fossa Sylvii und hinten der Linea semicircularis nahekommt, oben die laterale Grenze der Sehsphäre sehen lässt, endlich unten die Schädelbasis erreicht. Der Sinus transversus darf nicht verletzt, ebensowenig die Fossa Sylvii aufgedeckt werden. Nachdem dann die Dura gespalten und in Stücken zurückgeschlagen, führt man einen Schnitt etwa 2^{mm} tief parallel der lateralen Grenze der Sehsphäre $1—2^{mm}$ unterhalb derselben, einen zweiten Schnitt ebenso tief vom vorderen Ende des ersten Schnittes aus durch die zunächst hinter der Fossa Sylvii befindliche Furche (Fissura ectosylvia *R. Owen*) bis zur Basis und trägt von der Kreuzungsstelle beider Schnitte aus in der Richtung von vorn und oben nach hinten und unten die Rinde des Schläfenlappens mit flachen Messerzügen ab, bis man dem Gyrus hippocampi auf $1—2^{mm}$ nahegekommen ist. Nur die dem Kleinhirn zugewandte Rindenpartie lässt man dabei stehen, und diese wird schliesslich für sich scheibenförmig abgeschnitten, nachdem man wenn nöthig einen dünnen Scalpellstiel eingeschoben hat. Überall beim Abtragen der Rinde ist sorgsam darauf zu achten, dass die Schnitte möglichst parallel der Oberfläche und in nicht mehr als 2^{mm} Abstand von derselben geführt werden. Die Blutung ist nach den ersten Schnitten recht beträchtlich und kann, um das Operationsfeld in der Tiefe übersichtlich zu erhalten, für eine kurze Weile das Andrücken eines Schwämmchens nöthig machen; aber sie kommt immer bald zum Stehen, und die Wunde kann dann sogleich durch Nähte geschlossen werden.

Das Verfahren ist also mit den durch den Wechsel des Ortes gebotenen Modificationen dasselbe wie bei der Totalexstirpation der beiden Sehsphären; und allen den Gefahren, wie dort, unterliegt auch hier der Hund nach der Operation, so dass ich das früher Gesagte nur zu wiederholen hätte. Aber einzelne missliche Umstände machen hier noch viel öfter als dort den Versuch missglücken. Die Spitze des Schläfenlappens ist in der Tiefe der Wunde so schwer zugänglich, dass ziemlich häufig trotz aller Vorsicht ein grösseres Stück dieser Spitze dem Messer entgeht; so kommt es zu unzureichenden Exstirpationen besonders leicht bei grossen Hunden,

deren Schläfenlappen mit einer ansehnlichen Rindenfläche der Schädelbasis aufliegt. Weiter bringt es die Verletzung der grossen Äste der in der Fossa Sylvii gelegenen Gefässe mit sich, dass die Thiere häufig an Nachblutungen in den nächsten Tagen zugrundegehen. Endlich tritt ebenfalls recht häufig durch eine rothe Erweichung ein rasch zum Tode führender Durchbruch in den Ventrikel ein, regelmässig an dem tieferen Theile des Schläfenlappens, wo die Wundfläche dem Ventrikel sehr nahe gelegen ist. Alles zusammen macht die Verluste hier ausserordentlich gross, so gross, dass mir erst auf 15—20 Versuche einer gelungen ist.

In den glücklichen Fällen verheilen die Wunden ebenso rasch und in ganz derselben Weise, wie ich es bei der Sehsphären-Exstirpation beschrieb. Sobald nach der zweiten Operation die Narkose vorüber, geht und läuft der Hund munter umher, und wenn nach wenigen Tagen das mässige Fieber sich verloren hat, treibt er sich wie ein unversehrter Hund herum, spielt und tummelt sich mit den Genossen. In der Ausführung der Körperbewegungen, wie in dem Reichthume an Bewegungsarten bietet er dabei keinerlei Abweichung von der Norm dar. Auch laufen seine vegetativen Functionen alle in normaler Weise ab, und Sehen, Riechen, Schmecken, Fühlen sind ebenfalls durchaus normal. Aber der Hund ist taub, auf beiden Ohren vollkommen taub. Während früher schon das leiseste ungewöhnliche Geräusch seine Aufmerksamkeit erregte und Bewegungen veranlasste, kann man jetzt rufen, schreien, lärmen, soviel man will, man kann musiciren, pfeifen und das Tamtam schlagen, dass es nicht bloss den Menschen, sondern auch den anderen Hunden ganz unerträglich ist, seine Genossen können anschlagen und in erschrecklichem Chore bellen und heulen: nichts von alledem, wenn nur nicht ungewöhnliches ihm dabei zu Gesichte kommt, stört ihn im mindesten in seinem Thun und Treiben, ob er liegt, steht oder geht, mit keinerlei Bewegung reagirt er auf den Schall, selbst die Ohrmuscheln, die sonst doch häufig lebhaft hin und her gehen, sobald er mit Aufmerksamkeit etwas anschaut, bleiben ganz in Ruhe. Die Intelligenz des Hundes erscheint dabei nicht weiter geschädigt, als es die Taubheit mit sich bringt; und durch fleissige Umschau, wie durch aufmerksames Anstarren der Menschen, von welchen er abhängig ist, sucht er gewissermassen zu ersetzen, was er für den Verkehr durch die Taubheit eingebüsst hat. So bleibt der Hund unverändert, so lange er lebt und gesund

ist, nur dass zur Taubheit sich noch Taubstummheit hinzugesellt. Schon in der ersten Woche bellt der Hund immer nur kurze Zeit, dabei eigenartig hart und monoton, manchmal auch überschlagend; später schlägt er bloss auf Secunden ganz schwach und rauh, oft wie heiser an; endlich, meist schon nach 14 Tagen, setzt er gar nicht mehr zum Bellen an. Wo das Geräusch an der Thür, der Fremde im Stall, der Passant am Gitter des Laufraumes die ganze Schaar der Hunde bellen macht, wo seine Genossen beim Spielen mit ihm die lustigen Sprünge, beim Kampfe mit ihm um das Fleisch oder die brünstige Hündin die tückischen Bisse mit Bellen begleiten, überall bleibt dann unser Hund durchaus stumm; und brächten ihn nicht Misshandlungen zum Schreien und Winseln, man könnte ihn für stimmlos halten. Sonst ist in den $2\frac{1}{2}$—4 Monaten, während welcher ich diese Hunde in voller Gesundheit habe beobachten können, nichts bemerkenswerthes weiter vorgekommen.

Volle andauernde Taubheit ist es demnach einzig und allein, was unsere beiderseitige Exstirpation mit sich bringt. Denn dass die Stummheit nur von der Taubheit herrührt, kann um so mehr gesichert scheinen, als ich schon früher an Hunden, welchen kurz nach der Geburt beide Ohren zerstört worden waren, ausser der Taubheit gleichfalls Taubstummheit habe constatiren können. Aber weil beim Menschen Taubstummheit bloss dort sich findet, wo die Taubheit von Geburt an bestand oder in den ersten Jahren sich einstellte, während bei späterem Taubwerden die Sprache mehr oder weniger gut erhalten bleibt, versäumen wir es nicht, auch noch erwachsene und alte Hunde, wie sie zu den Exstirpationsversuchen dienten, zu prüfen, nachdem ihnen auf beiden Seiten das Gehörorgan zerstört worden. Was beim ganz jungen Hunde für den Zweck ausreicht, dass man mit einem Pfriemen nach Perforation des Trommelfells das Labyrinth an- und ausbohrt, geht schon wegen der Krümmung des äusseren Gehörganges beim erwachsenen Hunde nicht an. Hier entfernt man auf die von Hrn. Heidenhain geübte Weise vom Halse her ein Stück der Bulla ossea und bricht dann nach Hrn. B. Baginsky's Vorgange mit einem durch die Fenestra rotunda eingeführten Pfriemen die untere Wand[1]) der Schnecke weg.

[1]) Hr. Baginsky hat das Promontorium weggebrochen, und das ist auch ausreichend. Dagegen reicht es nicht überall aus, wenn in geringerer Ausdehnung die Schnecke eröffnet wird. Dann kann es vorkommen, dass

Es bedarf einiger Vorsicht, dass man nicht durch zu starken Druck die Schnecke, statt sie bloss aufzubrechen, ganz abbricht und so die von Hrn. Baginsky in meinem Laboratorium studirten Schwindelerscheinungen setzt, welche unnütze Verwickelungen bedingen; sonst bietet das Verfahren keine Schwierigkeiten und lässt sich so gut wie unblutig in 1—2 Minuten durchführen. Ist die Operation auf beiden Seiten gelungen, so erweist sich der Hund nicht bloss vollkommen taub, sondern binnen kurzem auch taubstumm und zeigt überhaupt in allen Stücken dasselbe Verhalten, wie wir es oben von dem am Hirn verletzten Hunde kennen lernten. Damit ist es ausgemacht, dass beim Hunde, anders als beim Menschen, Taubheit, ob früh oder spät entstanden, immer Taubstummheit nach sich zieht, und ist es auch vom letzten Zweifel befreit, dass nichts weiter als Taubheit die unmittelbare Folge unserer Exstirpationen ist.

---

der Hund, nachdem er ca. 14 Tage ganz taub gewesen ist, wieder, wenn auch sehr unvollkommen, hört und zwar, was beiläufig Beachtung verdient, nicht hohe, wohl aber tiefe Töne und Geräusche wahrnimmt. Es erklärt sich das dadurch, dass die Taubheit anfänglich auf dem Fortfall der Perilymphe und später, wenn durch eine Narbe das Labyrinth sich wieder geschlossen und neue Perilymphe sich angesammelt hat, auf der mittlerweile durch die Entzündung herbeigeführten Degeneration und Zerstörung der häutigen Labyrinththeile beruht, dass aber nach wenig ausgedehnter Eröffnung der Schnecke die Vernarbung eher erfolgen kann, als es zur völligen Zerstörung der häutigen Labyrinththeile gekommen ist, so dass ein noch nicht zugrundegegangener Rest der letzteren von neuem zu functioniren vermag. Da nun einerseits, was man Promontorium nennt, keine allseitig scharf begrenzte und gut definirbare Knochenpartie ist, andererseits es nicht darauf ankommt, dass das ganze Promontorium oder bloss das Promontorium entfernt wird, vielmehr das Wesentliche das ist, dass eine weite Eröffnung der Schnecke statthat, so habe ich im Einverständnisse mit Hrn. Baginsky oben im Texte die Fassung gewählt, dass die untere Wand der Schnecke wegzubrechen ist. Sobald man eine grosse Öffnung gemacht hat, ist man des Erfolges durchaus sicher; und wenn bei solchen Versuchen, wie den weiter unten folgenden mit einseitiger Labyrinthzerstörung und gleichseitiger partieller Hörsphären-Exstirpation, doch noch eine Controle erwünscht scheint, so ist dieselbe einfach dadurch zu führen, dass man zum Schlusse des Versuches die untere Wand der zweiten Schnecke wegbricht und die nunmehrige vollkommene Taubheit des Hundes constatirt.

Die vergleichende Prüfung des labyrinthtauben Hundes bietet übrigens noch einen anderen und nicht zu unterschätzenden Vortheil dar. Unter Umständen nämlich, wenn man im Zimmer starke Geräusche erzeugt, bleibt der rindentaube Hund nicht unbewegt; knallt man z. B. in seiner Nähe ein Zündhütchen ab oder schlägt man kräftig mit dem Stocke auf den Tisch, an welchem er liegt, so fährt er auf, hebt den Kopf oder wirft ihn in den Nacken und reisst auch wohl die Augen auf. Das könnte an der vollkommenen Taubheit des Hundes irre werden lassen, klärte nicht sogleich über den wirklichen Sachverhalt die Ruhe auf, in welcher hier stets die Ohrmuscheln verharren; denn überall sonst sind es gerade die Ohrmuscheln des Hundes, welche auf Schalleindrücke zuerst in Bewegung gerathen, auch wenn nach unvollkommenen Exstirpationen nur wenig vom Gehörssinne noch übrig ist. Immerhin aber ist es gut, dass jede Täuschung einfach und grob durch die Untersuchung des labyrinthtauben Hundes auszuschliessen ist. Indem der letztere Hund auch unter jenen Umständen genau dasselbe Verhalten zeigt wie der rindentaube Hund, ist es ohne weiteres klar, dass es gar nicht der Gehörssinn, sondern, wie leicht zu verstehen, der Gefühlssinn ist, der in jenen Fällen die Bewegungen des Hundes veranlasst.

Steht es nunmehr fest, dass mit unseren Eingriffen die Totalexstirpation der beiden Hörsphären gelungen ist, so will doch auf der anderen Seite noch erwogen sein, ob wirklich die ganze Rindenpartie BB_1B die Hörsphäre repräsentirt. Sichtlich spricht dafür gewichtig, dass gar keine anderen Abnormitäten als Taubheit und Taubstummheit bei unseren Versuchen oben zur Beobachtung kamen Auch lässt sich dafür geltend machen, was bei der Erkrankung eben dieser Hunde sich zeigt, wenn eine Encephalomeningitis von einer Exstirpationsstelle aus über die Hemisphäre sich verbreitet; denn der Taubheit und Taubstummheit gesellen sich dann ausschliesslich oder wenigstens zu allererst Sehstörungen und Bewegungslosigkeit der Ohrmuschel hinzu, wodurch die Sehsphäre und die Ohrregion der Fühlsphäre als die Nachbarn der Hörsphäre sich zu erkennen geben. Den entscheidenden Beweis aber liefern die missglückten Versuche, bei welchen die beabsichtigte Totalexstirpation der beiden Hörsphären nicht ganz zur Ausführung gelangt ist, indem auf der einen oder der anderen Seite ein grösseres Rindenstück erhalten blieb. Alle hier wünschenswerthen Variationen

stellen sich im Verlaufe der Untersuchung ein. Dass ziemlich häufig ein grösseres Stück der Spitze des Schläfenlappens dem Messer entgeht, habe ich schon früher hervorgehoben. Es ist aber auch selbst durch viele Uebung nicht auszuschliessen, dass von der dem Kleinhirn zugewandten Rindenpartie, die sich nicht übersehen lässt, hin und wieder einmal ein Stück zurückbleibt. Weiter wird unter besonderen Umständen ein vorderes Randstück zurückgelassen, dort nämlich, wo die nicht seltene Abnormität vorliegt, dass die dritte und die vierte Windung hinter der Fossa Sylvii zu einer einzigen Windung verschmolzen sind; indem man in solchem Falle bei der Operation, wie ich sie beschrieb, für den zweiten Schnitt der Leitung durch die Fissura ectosylvia entbehrt, geschieht es nach meinen Erfahrungen in der Regel, dass man diesen Schnitt zu weit entfernt von der Fossa Sylvii führt. Endlich findet sich auch zu, was sich am ehesten vermeiden lassen sollte, — mir ist es doch zweimal vorgekommen — dass man die obere Grenze verfehlt und den ersten Schnitt in zu grossem Abstande von dem lateralen Rande der Sehsphäre anlegt. In allen diesen Fällen zeigt es sich, dass der Hund noch hört, die einen Male schon den nächsten Tag nach der Operation, die anderen Male — wo die Section die zweite Exstirpation als die unvollkommene ergiebt — erst nach mehreren Tagen, nachdem zuerst der Hund vollkommen taub gewesen war. Zwar nicht bei jeder einzelnen Gehörsprüfung, wohl aber ausnahmslos, wenn man die angegebene Reihe der Prüfungen durchmacht, sieht man den Hund unmittelbar auf den Schall ein Ohr oder beide Ohren spitzen, auch Kopf und Augen nach der Seite drehen, ja manchmal sogar später, wenn man sich bereits viel mit ihm beschäftigt hat, auf den Menschen zu sich in Gang setzen. Das lässt keinen Zweifel, dass mit der Genauigkeit, welche überhaupt in diesen Dingen das Messer zu liefern vermag, in der Rindenpartie BB_1B die Hörsphäre gegeben ist.

So hat sich also, was ich früher aus den Folgen der beiderseitigen Exstirpation von B_1 für die Hörsphären erschlossen hatte, als richtig bewährt, und durch den Versuch ist es nunmehr erwiesen: dass die Rindenabschnitte BB_1B der Grosshirnhemisphären und von allen nervösen Centraltheilen einzig und allein diese Rindenabschnitte, welche ich die Hörsphären genannt habe, es sind, die mit der Function des Hörens betraut sind. So sicher, können wir sagen, wie durch die Schallwellen die specifischen Endelemente,

mit welchen die Acusticusfasern in den Ohrlabyrinthen ausgestattet sind, und so mittelbar die Acusticusfasern selbst erregt werden, so sicher enden auf der anderen Seite diejenigen Acusticusfasern, deren Erregung das Hören zur Folge hat, in den Hörsphären BB_1B, und liegen ebendort und dort allein die centralen Elemente, welche Schall empfinden, in welchen die Gehörswahrnehmung statthat. Sind die Hörsphären entfernt oder für die Dauer functionsunfähig geworden, so werden zwar durch die Schallwellen die Acusticusfasern nach wie vor von ihren Endelementen aus in Erregung gesetzt, und diese Erregung könnte auch noch reflectorisch von anderen, unterhalb der Grosshirnrinde gelegenen Centraltheilen aus Wirkungen herbeiführen, aber Schall wird nicht mehr empfunden, Gehörswahrnehmungen kommen nicht mehr zustande, volle Rindentaubheit auf beiden Ohren besteht für alle Folge.

Der nächste Schritt lehrt uns auch die Beziehung kennen, in welcher die einzelne Hörsphäre zum einzelnen Ohre oder Labyrinthe steht.

Schon die Totalexstirpation einer Hörsphäre für sich allein verschafft darüber einen wesentlichen Aufschluss. Hat man die Operation, wie ich sie oben beschrieb, auf einer Seite glücklich ausgeführt, so bietet der Hund zwar keine auffälligen Erscheinungen dar, aber die genaue Untersuchung deckt mehrere Abnormitäten auf. Man beobachtet, dass der Hund, wenn man ungesehen ihn ruft und überhaupt auf den ungewöhnlichen und unerwarteten Schall, ausschliesslich das Ohr der verletzten Seite spitzt, oder wenigstens dieses Ohr zuerst und stärker spitzt als das andere Ohr, und dass er weiter, wenn eine Bewegung des Kopfes oder des ganzen Körpers folgt, regelmässig zunächst nach der Seite der Verletzung sich dreht. Auch stellt sich heraus, wenn man abwechselnd das Ohr der operirten und das der nicht operirten Seite mit Watte verstopft, dass der Hund zwar beide Male hört, aber doch im ersteren Falle beträchtlich schlechter hört, als im letzteren Falle. Es kann danach nicht anders sein, als dass die Hörsphäre in besonders enger Beziehung zum gegenseitigen Ohre steht, vorwiegend mit diesem Ohre in Verbindung gesetzt ist.

Aber die volle Einsicht wird gewonnen, sobald man zur Totalexstirpation der einen Hörsphäre noch den zweiten Eingriff hinzufügt, dass man das Gehörorgan derselben Seite durch Wegbrechen der unteren Schneckenwand zerstört. Sind beide Opera-

tionen gelungen, so ist der Hund vollkommen taub und bald auch taubstumm und stimmt überhaupt in seinem Verhalten durchaus mit demjenigen Hunde überein, welchem beide Hörsphären total exstirpirt oder beide Gehörorgane zerstört sind. Daraus geht hervor, dass jede Hörsphäre nicht bloss vorwiegend, sondern ganz ausschliesslich dem gegenseitigen Ohre zugehört, dass die schallempfindenden centralen Elemente jeder Hörsphäre einzig und allein mit den peripheren Endelementen des gegenseitigen Acusticus verknüpft sind. Die Hörsphären verhalten sich demnach hinsichts der Beziehungen zu den Sinnesorganen so wie die Fühlsphären und nicht wie die Sehsphären.

Mit der Combination der einseitigen Rindenexstirpation und der gleichseitigen Labyrinthzerstörung ist, wie man sieht, eine neue Methode für die Untersuchung der Hörsphäre gegeben, eine Methode zugleich, welche gegenüber der beiderseitigen Rindenexstirpation durch die geringeren Schwierigkeiten des operativen Verfahrens und besonders durch die besseren Chancen des Erfolges sich empfiehlt. Mittels dieser Methode bin ich denn auch den Grenzen der Hörsphäre nochmals in der Weise nachgegangen, dass ich die Exstirpation der Rindenpartie BB_1B absichtlich unvollkommen ausführte und bei den verschiedenen Versuchen jedesmal an einem anderen Rande der Partie ein grösseres Stück stehen liess. Das Ergebniss war dasselbe wie in den früher besprochenen Fällen, in welchen die eine Hörsphäre total und die andere unzureichend exstirpirt war, und wie — beiläufig bemerkt — auch in den Fällen, in welchen neben der einseitigen Labyrinthzerstörung die beabsichtigte Totalexstirpation der gleichseitigen Hörsphäre nicht ganz gelungen war: jedesmal liess sich constatiren, dass der Hund noch hörte. Aber dieselben Versuche hatten zugleich noch anderen Zwecken zu dienen, sie sollten die Kenntniss der Hörsphäre noch in einer anderen Richtung erweitern.

Es war bei den vorbehandelten Untersuchungen schon sehr früh aufgefallen, wie die Hunde nach unzureichender Hörsphären-Exstirpation, obwohl an ihnen allen bloss noch ein Rest des Gehörssinnes übrig war, doch so mannigfach verschieden sich verhielten. Nur wenn man das Tamtam kräftig bearbeitete, traten an allen Hunden Bewegungen ein. Sonst reagirten die meisten wohl auf den Pfiff, manche aber doch nicht; wiederum wurden die einen aufmerksam durch dieses oder jenes Geräusch, durch diesen

oder jenen Zuruf, den sie allerdings nie verstanden, die anderen liess dasselbe Geräusch, derselbe Zuruf durchaus unbewegt; die einen hörten offenbar das Bellen der Genossen, an den anderen blieb darauf selbst das leiseste Spitzen der Ohren aus; u. dgl. mehr. Auch bellten manche dieser Hunde anscheinend unverändert nach wie vor, andere liessen deutlich Modificationen des Bellens beobachten, indem dieses immer nur kurz oder abnorm hoch war, und noch andere stellten, ebenso wie die vollkommen tauben Hunde, ganz und gar das Bellen ein. Dieses wechselnde Verhalten liess sich nur verstehen, wenn die zurückgebliebenen Hörsphärenstücke, welche die Section als vielfach verschieden in Lage und Grösse aufdeckte, auch functionell ungleichwerthig waren; und so befestigte sich täglich mehr die Überzeugung, dass die schallempfindenden centralen Elemente der Hörsphäre in den verschiedenen kleineren Abschnitten dieser Sphäre mit verschiedener Schallempfindung betraut sind. Indess liessen jene Versuche, welche der Zufall zugeführt hatte, die wünschenswerthen weiteren Belege nicht gewinnen. Ich habe darum noch eine besondere ganz systematische Untersuchung unternommen, indem ich an Hunden, welchen die untere Wand der einen Schnecke weggebrochen war, die gleichseitige Hörsphäre partiell exstirpirte und die einen Male den oberen, die anderen Male den unteren, weiter den vorderen oder endlich den hinteren Abschnitt der Hörsphäre fortnahm. Das entfernte Rindenstück hatte dabei verschiedene Grösse: es machte in einer Reihe von Versuchen etwa die Hälfte, in einer anderen Reihe etwa zwei Drittel der Hörsphäre aus; und in einer dritten Reihe, den vorerwähnten Versuchen, war es noch grösser, so dass bloss ein Randstück der Hörsphäre übrig blieb. Natürlich riss der Tod viele Lücken in den Reihen; sie wurden immer wieder ausgefüllt. Alle diese Hunde prüfte ich dann durch Wochen und Monate wiederholt möglichst genau und mit allen mir zugänglichen Mitteln, von welchen ich einen Theil der Güte von Hrn. Helmholtz und Hrn. Lucae zu verdanken hatte.

Bietet schon beim Menschen die analysirende Prüfung des Hörvermögens die grössten Schwierigkeiten, so sind dieselben beim Hunde noch ausserordentlich gesteigert durch die Unanwendbarkeit werthvoller Prüfungsweisen und vor allem durch die mangelhafte und bedingte Auskunft, welche das Verhalten des Hundes gewährt. Wie der Hund hört, d. h. was er hört, wenn er den Schall wahr-

nimmt, bleibt ja ausser in dem Falle, dass er den Zuruf nicht in gewohnter Weise versteht, d. h. nicht mit den gewohnten Handlungen beantwortet, überall ganz unbekannt; und dass er einen Schall nicht hört, lässt sich aus dem Ausbleiben von Bewegungen auch bloss entnehmen, wenn der Schall dem Hunde ungewohnt und dabei seine Aufmerksamkeit zu erregen wohl geeignet war, und wenn zugleich diese Aufmerksamkeit nicht zur Zeit nach anderer Richtung hin wesentlich abgelenkt war. Ich bin daher schon mit mässigen Erwartungen in die Untersuchung eingetreten, aber die Ausbeute ist doch noch hinter meinen Erwartungen zurückgeblieben. Denn ich kann bloss ein einziges sicheres Ergebniss und dies auch nur in so weiter Fassung melden: dass die hintere Partie der Hörsphäre in der Nähe des Kleinhirns der Wahrnehmung tiefer Töne, die vordere Partie der Hörsphäre in der Nähe der Fossa Sylvii der Wahrnehmung hoher Töne dient. Wo nur etwa das vordere Drittel oder noch weniger von der Hörsphäre erhalten war, hörte der Hund nicht die Töne tiefer Orgelpfeifen (*C*, *c*), nicht den tiefen Zuruf im Bass, überhaupt nicht tiefe Geräusche, so z. B. insbesondere auch nicht das starke tiefe Geräusch, welches man bei kurzem passendem Anschlag an die Mitte des Tamtams erhält. Umgekehrt, wo nur etwa das hintere Drittel oder weniger von der Hörsphäre erhalten war, hörte der Hund nicht den Pfiff, nicht die Töne hoher Pfeifen (*c'''*, *c''''*, *c'''''*), nicht den hohen Zuruf im Falset und überhaupt nicht hohe Geräusche. Auch verlernte der erstere Hund das Bellen und blieb in der Folge stumm wie der ganz taube Hund, während der letztere Hund gar keine oder doch keine auffälligen Veränderungen in seinem Bellen darbot. Sonst kann ich nur noch als wahrscheinlich hinstellen, dass das gewöhnliche und alltägliche Hören des Hundes hauptsächlich an die untere Hälfte der Hörsphäre gebunden ist. Denn wo nur etwa das untere Drittel der Hörsphäre zurückgeblieben war, hörte der Hund anscheinend alles, wenn er auch den Zuruf nicht verstand, und bellte nach wie vor; dagegen, wo nur etwa das obere Drittel der Hörsphäre übrig war, der Hund offenbar überhaupt schlecht hörte, auf die verschiedensten Töne und Geräusche immer nur wenig und manchmal gar nicht reagirte, auch nur selten und kurz bellte. Dass die Wahrnehmung von einzelnen Tönen oder Geräuschen ganz verloren war, habe ich in diesen Fällen nicht constatiren können.

Aus der Gesammtheit der Ergebnisse dieser Versuche und der sich anschliessenden Ergebnisse der zufälligen unzureichenden Exstirpationen ist mir der Eindruck erwachsen, dass die schallempfindenden centralen Elemente etwa in einem nach unten convexen Bogen um die Spitze der Fissura postsylvia *R. Owen* so angeordnet sein dürften, dass in der Richtung von hinten nach vorn ein Fortschritt von der Empfindung tieferer zu der Empfindung höherer Töne statthat. Haben auch mehr klare Belege, als ich oben gab, aus der wunderbaren Mannigfaltigkeit der Erfahrungen vorerst noch nicht sich herausfinden lassen, so zweifele ich doch nicht, dass die Weiterführung der partiellen Hörsphären-Exstirpationen bessere Ergebnisse liefern wird; und ich würde die Untersuchung der Hörsphäre bei diesem Stande der Dinge noch nicht abgebrochen haben, wenn nicht eine unerträgliche Nervosität infolge der vielen Hörprüfungen mich dazu genöthigt hätte.

Hr. W. Peters las:

Über die Chiropterengattung *Mormopterus* und die dahin gehörigen Arten.

In dem Jahre 1865 (Monatsber. d. Königl. Akad. d. Wissensch. S. 574) habe ich als Untergattung von *Nyctinomus* eine kleine Gruppe von Flederthieren unter dem Namen *Mormopterus* abgesondert, welche sich von den anderen Arten durch dünnhäutigere, getrennte Ohren, die schwach oder gar nicht gefaltete Lippe, die Proportionen der Mittelhandknochen, von denen der des Mittelfingers nur um seinen dritten Theil den des fünften Fingers übertrifft, und durch einen anteorbitalen Schädelkamm sich auszeichnet. Ich hatte auch noch als Unterscheidungsmerkmal den Mangel des ersten kleinen oberen Prämolarzahns angeführt.

Durch andere Arten, die ich seitdem kennen gelernt habe, und durch eine genauere Untersuchung der seitdem sorgfältig präparirten Schädel sind einige der Merkmale als nicht constante, namentlich die der Zahnformel, hinfällig geworden und erlaube ich mir daher die bisher bekannten hierher gehörigen Arten nebst einer neuen vorzulegen.

A. Mit einer Kehltasche. Schädel sehr abgeplattet und Crista anteorbitalis sehr entwickelt.

+Gebiss $\frac{2\cdot1}{3\cdot2}\ \frac{1}{1}\ \frac{1-1}{6}\ \frac{1}{1}\ \frac{1\cdot3}{2\cdot3}$.

a. Ohren zugespitzt, am Vorderrande vor der Spitze tief eingebuchtet.

1. *M. acetabulosus* Commerson.

b. Ohren dreieckig abgerundet, am Vorderrande grade.

2. *M. jugularis* Ptrs.

++Gebiss $\frac{3\cdot2}{3\cdot2}\ \frac{1}{1}\ \frac{1-1}{4}\ \frac{1}{1}\ \frac{2\cdot3}{2\cdot3}$.

3. *M. setiger* Ptrs.

B. Ohne Kehltasche. Schädel weniger abgeplattet und Crista anteorbitalis weniger stark entwickelt. Gebiss wie unter ++.

a. Entfernung der Ohren auf der Schnauze geringer als die Breite der Nase.

4. *M. norfolcensis* Gray.

b. Entfernung der Ohren gleich der Breite der Nase.

5. *M. Beccarii* Ptrs. n. sp.

1. *M. acetabulosus* (Commerson) (Fig. 1).

1804. *Vespertilio acetabulosus*, Commerson, Hermann, Observat. zoologicae. I. p. 19.

1847. *Dysopes natalensis*, Smith, Illustr. Zoolog. South Africa. Mamm. Taf. 49.

1878. *Nyctinomus acetabulosus*, Dobson, Catal. Chiroptera. p. 440.

Mascarenen, Madagascar, Port Natal (Ostafrica).

2. *M. jugularis*, Ptrs. (Fig. 2).

1865. *Mormopterus jugularis*, Peters, Proc. Zool. Soc. Lond. p. 468.

1876. *Nyctinomus albiventer*, Dobson, ibid. p. 733.

Madagascar.

3. *M. setiger*, Ptrs. (Fig. 3).

1878. *M. setiger*, Peters, Monatsber. d. Königl. Akad. d. Wissensch. Berlin. S. 196. Taf. 1. Fig. 2.

Eine genauere Untersuchung des präparirten Schädels zeigt, dass diese Art zwar in dem Bau des Schädels und durch die tiefe Kehlgrube sich den vorhergehenden enge anschliesst, aber durch die Anwesenheit eines ersten kleinen Prämolare (der an einer Seite fehlt) und den Mangel des dritten unteren Schneidezahns sich den folgenden nähert und so die Verbindung zwischen beiden bildet.

Taita (Ostafrica).

4. *M. norfolcensis*, Gray (Fig. 4).

1839. *Molossus norfolcensis*, Gray, Ann. nat. hist. IV. p. 7.
1844. *Molossus norfolcensis*, Gray, Zoolog. Erebus and Terror, Mammalia. Taf. 22. Fig. 2.
1866. *Nyctinomus planiceps*, Peters, Monatsber. d. Königl. Akad. d. Wissenschaft. S. 23.
1871. *Molossus Wilcoxii*, Krefft, Australian Vertebrata etc.
1876. *Nyctinomus norfolcensis*, Proc. Zool. Soc. Lond. p. 732.

Australien.

Mormopterus Beccarii n. sp. (Fig. 5).

M. auriculis triangularibus, margine anteriore recto, trago apice rotundato, basi dilatato; brevipilosus, supra ferrugineus, subtus pallidior.

Habitatio: Amboina.

Diese Art ist viel robuster, kurzhaariger als die ihr am nächsten stehende *M. norfolcensis*. Sie unterscheidet sich von ihr durch die mehr entfernt von einander stehenden, am vorderen Rande fast geradlinigen Ohren, die am Ende abgerundete und nicht abgestutzte, an der Basis verbreiterte und nicht verschmälerte Ohrklappe, einen merklich längeren Daumen und eine mehr abgeplattete Form des Schädels, dessen Anteorbitalkamm auch mehr entwickelt erscheint. Durch diese Form des Schädels bildet sie eine Übergangsform von den africanischen Arten zu den australischen.

Das einzige mir vorliegende Exemplar gehört dem Museo civico zu Genua. Es wurde von Hrn. Dr. O. Beccari auf Amboina entdeckt.

Totallänge	95 Mm.
Kopf	24 -
Ohrhöhe	15 -
Ohrbreite	13 -
Tragus	3 -
Schwanz	31 -
Oberarm	22 -
Vorderarm	34 -
L. 1. F. 1 Mh. - 1 gl. - 2 gl.	9 -
L. 2. F. - 33,5 - - -	
L. 3. F. - 35,5 - 13 - 13 Kpl. 5,5.	
L. 4. F. - 34, - 10 - 9,5 1,	
L. 5. F. - 23 - 7 - 4 1	
Oberschenkel	15 -

5b
4b
1b
3a
3
2a
2
5
5a
2b

Unterschenkel	11 Mm.
Fuss	9 -
Horn	9 -

Männchen von Amboina, gesammelt von Dr. O. Beccari.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Kopf von *Mormopterus acetabulosus* Commerson, von oben; 1*a* derselbe von der Seite; 1*b* Ohrklappe desselben vergrössert.

Fig. 2, 2*a*, 2*b* dasselbe von *M. jugularis* Ptrs.

Fig. 3, 3*a* dasselbe von *M. setiger* Ptrs.

Fig. 4, 4*a*, 4*b* dasselbe von *M. norfolcensis* Gray; 4*c* Schädel von der Seite, 4*d* derselbe von oben, 4*e* derselbe von unten; 4*f* Gebiss von vorn, 4*g* Gebiss von der Seite; 4*h* obere Zahnreihe der rechten Seite, 4*i* untere Zahnreihe der rechten Seite.

Fig. 5, 5*a*, 5*b* dasselbe von *M. Beccarii* Ptrs., wie in Fig. 1. 5*c* Kopf von unten, 5*d* Schädel im Profil, 5*e* Schädel von oben, 5*f* Schädel von unten; 5*g* Gebiss von vorn, 5*h* Gebiss von der Seite; 5*i* obere Zahnreihe der rechten Seite, 5*k* untere Zahnreihe der rechten Seite.

Fig. 1*b*, 2*b*, 4*b*, 5*b*, 4*f*, 4*g*, 4*h*, 4*i*, 5*g*, 5*h*, 5*i*, 5*k* vergrössert, die übrigen Figuren in natürlicher Grösse.

19. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Schott las:

Über die sogenannten zaubersprüche der Finnen.

Bekanntlich glaubten die alten heidnischen Finnen (*Suomalaiset*) und glauben zum teile noch die christlichen an viele überirdische oder nichtirdische wesen, von denen heil oder unheil über die menschheit kommen sollte. Jedes der unzählbaren übel dieser welt, mochte es leib oder seele antasten, war, ausser uns liegend, das werk irgend eines unholds, dessen wirkungskreis bestimmte grenzen hatte. Die beschwörer von gewerbe wirkten — wenn sie gutartig waren — den anmaszungen der im dienste böser mächte stehenden bösartigen entgegen. An die aufforderung, ein angemasztes feld zu räumen, knüpfte sich dann oft eine mit hohn und spott verbundene drohung. Dem immer persönlich gedachten leiden wird seine vorgebliche schimpfliche abkunft vorgehalten und zu diesem zweck irgend eine landläufige altehrwürdige mähr oder sage — was in sogenannten 'civilisirten' ländern ein klatsch heissen würde — herangezogen. Bisweilen ist solcher klatsch nicht ohne poetischen wert, andere male herzlich gemein, selbst physisch anwidernd.

Die unser schicksal beeinflussenden wesen höherer wie niederer gattung heissen bald *jumalat*, bald, und zwar viel häufiger, *isännät* oder *haltiat*. *Isäntä*, ein ebenso ächtes wort der Suomisprache wie *jumala*, ist von *isä* vater abgeleitet und entspricht am besten unserem haus*vater* für haus*herr*, deutet also ganz schicklich auf ein begrenztes gebiet mit obrigkeitlichem ansehen verbundener wirksamkeit. Was aber *haltia* betrifft, so verrät dieses germanischen ursprung; am nächsten liegt das altnordische *valdi* walter, herrscher.

Wenn gute haltiat von gewöhnlicher rangstufe den verhofften schutz nicht gewährten, so wendete man sich an *Ukko*, den groszvater[1]), auch *Yli-jumala* d. i. obergott genannt. Seit einführung des christentums fanden Jesus, Maria, Petrus, Johannes als höchste und hohe gütige wesen, und Judas als identisch mit dem teufel in sehr vielen zauberrunen eintritt.

[1]) Daher *eukko* groszmutter; im Magyarischen *ük* das letztere.

Eine schöne auswahl solcher feierlichen ansprachen an gutes und böses bietet uns schon das zu europäischer berühmtheit gelangte epos, welchem Lönnrot den titel Kalewala gegeben hat. Demselben hochverdienten forscher verdankt man seit 1880 ein sehr reichhaltiges sammelwerk unter der überschrift *Suomen kansan muinaisia loitsurunoja* d. h. des Suomivolkes alte zauberrunen. Das wort *loitsu* (oder *loihtu*) wird allerdings durch zauber erklärt, während sein verhältnis zu anderen ebenso gedolmetschten wörtern noch der aufklärung wartet, aber ganze oder halbe lieder solchen inhalts bilden nur die kleinere anzahl. Eine ansehnliche abteilung der texte ist 'gebete' (*rukouksia*) überschrieben und verdient auch keine andere bezeichnung. Schmeichelworte an ein starkes wild, das man in seine gewalt bringen will, insonderheit den ebenso hoch geehrten als gern verzehrten bären, würden wir freilich von gebeten ausscheiden.

Bei aufnahme der aus sehr verschiedenen gegenden Finnlands geholten runenstoffe in seine sammlung hat der herausgeber inhaltlich verwandtes zusammengeordnet, damit es sich gegenseitig ergänze, denn der erzähler eines runo giebt ihn selten oder nie so vollständig, dass nicht lücken blieben, bald unabsichtlich, aus gedächtnisschwäche, bald auch absichtlich, in der besorgnis die formel für seinen eignen bedarf unwirksam zu machen, wenn sie einem anderen vollständig übergeben wird!

Sprüche die in vielen runos unverändert oder kaum verändert wiederkehren sind in einem einleitenden abschnitte unter der allgemeinen überschrift 'gemeinsame sprüche' (*yhteiset sanat*) zusammengestellt und geben achtzehn rubriken. Dann folgen: lösungs- und heilungssprüche — zaubersprüche [1]) — gebete — endlich entstehungen.

Entstehungen, ursprünge oder geburten, umstände des werdens (*synnyt*, von *synty*) sind die oben schon angedeuteten mythen, mährlein oder auch ergebnisse des nachdenkens über daseinsbedingungen der verschiedensten wesen. Den *synty* des zu beschwörenden gegenstandes muss der zauberer genau kennen, sonst scheitert sein ganzes beginnen, was selbst der göttliche sänger Wäinämöinen einige mal an sich erfahren haben soll.

---

[1]) Wie das hier für zauber gebrauchte *taika* zu *loihtu* sich verhält, erklärt uns kein wörterbuch.

Bei weitem nicht alle synnyt haben einen feindseligen, d bannend apostrophirten gegenstand gleichsam verklatschenden ch rakter; viele sind nur objektive belehrung und gelten an sich har losen, ja nützlichen und notwendigen dingen, sofern sie unschuld ger anlass irgend eines schadens oder unheils werden können. S z. b. muss die kenntnis der fabelhaften entstehung des eisens n heilung einer mit eisernem werkzeug beigebrachten wunde dienen

Alle loihturunot ohne ausnahme haben gleiches trochaische dabei jeder kürzung entbehrendes versmasz, und stabreim wie p rallelismus der glieder sind mit strengster folgerechtheit durchg führt. Der reichtum des Suomi an sinnverwandten ausdrück macht sich hier auf bewundernswürdige weise geltend, und selb Lönnrot's vortreffliches finnisches wörterbuch wird aus diese schatze manche lücke auszufüllen haben.

Es mögen nun einige proben folgen die ich, der bewältigu des ganzen inhalts wohl noch lange unfähig, aufs ungefähr heraus greife und nach besten kräften verdeutsche.

Ein gebet in körperlichen leiden.

Kiwutar, du gute wirtin,
Wammatar, der weiber beste [1]),
Nimm aus schöpfers mund die feder,
Aus dem gürtel Wäinämöinen's.
Streife ab die argen schmerzen,
Schwichtige die groszen qualen,
Birg den schmerz in deinem handschuh,
Birg die qual in faustes hülle,
Bring sie auf des qualbergs gipfel.
Groszer fels liegt auf dem gipfel,
Spalt in zwei, drei stück den felsen,
Steck dazwischen deinen handschuh,
Füg die stücke wieder sammen,
Wirf dann tief ins meer die klippe,
Wohin sonn und mond nicht scheinen.

---

[1]) Die endung *tar* oder *tär* deutet auf einen weiblich gedachten (g wie bösen) haltia. *Kiwu* (für *kipu*) heisst schmerz, *wamma* leiden.

Bannung des blutflusses.

Lappe mit dem feuerschlunde,
Mit der ausgedorrten kehle,
Der du feuer hast getrunken,
Funkenströme eingesogen:
Komme nun das blut zu schlürfen,
Blutes öffnung zu verstopfen,
Das geronnene zu schlucken.
Einen kork bring aus der Tundra,
Einen stöpsel aus Pohjola [1]),
Mach aus kupfer eine röhre,
Mach ein zinnern röhrlein fertig.
Schaff das blut zur lunge wieder,
Schaff es wieder zu dem herzen.
Blutes heim ist in dem herzen,
In der lung' ist seine stätte,
Über milz und leber haust es.

Schutz wider bösen zauber:

Nebeljungfrau, wohlgeneigte,
Scheer die wolle von dem steine,
Reiss die haare aus dem felsen,
Mache mir ein nebelhemde,
Web aus erz mir eine decke,
Dass bei nacht ich drunter liege,
Dass bei tage sie mich schütze
Gegen jener hexe zauber,
Gegen wolfbepelzten unhold,
Gegen böser *Lappen* tücke.

Dem als feigling verachteten und doch als zauberer gefürchteten appen wird mancher heimtückische streich zugeschrieben. So ist r auch als urheber des asthmas verschrieen, wie z. b. in folgenem *synty* (s. 347):

Lendenschwacher Lappenknabe
Machte unterm weg die reise,
Wanderte durch erdes tiefen,

[1]) Dem boden- oder nordlande d. h. Lappland.

Blut'ges beil auf seiner schulter.
Schlug damit ans herz dem menschen,
Hieb ihm heimlich in den busen.
So erhielt das asthma dasein,
So ist atemstockung worden.

Zu den bannflüchen ohne nähere bestimmung ihres gegenstandes gehört unter anderem:

Geh wohin ich dir gebiete,
Wohin ich zu gehn dich mahne;
Geh nach Tuonela's revieren,
Mana's ewiger behausung [1]),
Wo nicht mond, nicht sonne scheinet!
Magst dort mit gerippen spielen,
Hirngebeine klappern lassen.
Oder flieh zu schlachtenfeldern,
Dorthin wo sich männer morden!
Da ist für dich gutes weilen,
Ist beköstigung gar lecker,
Kannst das fleisch noch frisch genieszen,
Kannst an warmem blut dich laben.

Jetzt noch einige *synnyt*, zuerst harmlose, dann von hag durchglühte:

Geburt des wassers.

Wasser ist vom himmel kommen,
Vom gewölk herab in tröpfen.
Drauf ist's ins gebirg gedrungen,
In den felsen obdach nehmend.
Wesiwiitta, sohn des Waita,
Suowiitta, Kalew's sprössling [2]),

---

[1]) *Tuoni* und *Mana* sind namen des gottes der unterwelt, dessen behausung *Tuonela* und *Manala* heisst. In Otto Henne am Rhyn's Allgemeiner kulturgeschichte wird (s. 7) die gattin dieses gottes *Tuonen* genannt was aber gar nicht name sondern der genitiv von Tuoni ist!! Ebendaselbst hat man *Atka* in *Akka* (groszmutter, die gattin *Ukko*'s) umzuändern.

[2]) *Kalew* ist *Kalewa*, vater der riesen in finnischer vorzeit. Die beiden anderen namen beginnen mit *wesi* wasser und *suo* sumpf.

Grub das wasser aus dem felsen,
Liesz mit seinem goldnen stabe
Aus dem berge es entquellen u. s. w.

Dann wird das fliesende element bis zur einmündung ins meer begleitet.

Geburt des kupfers.

Ilmarinen, schmied des himmels,
Er, der kundigste der meister,
Wandelt' einst auf engem steige
Über leberbraunem boden.
Traf da einen bunten felsen:
Diesen warf er in das feuer,
Barg ihn auf dem grund der esse,
Trat den blasebalg drei tage,
Bückt sich dann zum schauen nieder.
Wallte da der stein als wasser,
War der felsen flüssig worden,
Aus dem Feuer schöpft der schmied ihn,
Hämmerte das erz zu kesseln.

Mit einer vernichtenden apostrophe an den wolf beginnt dessen folgender *synty*:

Strolch seitdem die welt begonnen!
Böser wicht aus fernster vorzeit!
Welches ist doch deine sippe?
Wie bist du ins dasein kommen?
Etwa aus des himmels winde?
Oder aus des wassers tiefen?
Nicht des himmels wind entstammst du,
Nicht hat wasser dich erzeuget.
In das meer Syöjätär spuckte,
Höckerschulter in die wellen [1]);
Kuolatar ward davon schwanger,
Kuolatar entstieg dem meere [2])

[1]) *Syöjätär*, von der wurzel *syö* essen, ist ein bucklich gedachter weiblicher fressdämon.

[2]) *Kuolatar*, nicht von der wurzel *kuol* sterben, sondern von *kuola* schleim,

Auf ein eiland ohne baumwuchs,
Ballt' zu fäusten ihre hände,
Knetete ein ekles knäuel,
Warf es wieder in die fluten
Über ihre linke schulter.
Dieses trug der wind ans ufer,
In des dichten waldes arme.
Auf dem meer bist du empfangen,
In der wildnis aufgewachsen.

Wer Kalewala gelesen hat, dem wird die wahrhaft groszarti beschwörung gegenwärtig bleiben, mittelst welcher der junge ab teurer Lemminkäinen die eine pforte bildenden, ihm den eintritt Pohjola wehrenden schlangen zum weichen bringt:

Schwarze schlange, unterird'sche,
Larve mit der todesfarbe u. s. w.

Weniger gewaltig, und nur was den *synty* jener betrifft, mit i verwandt, ist ein 'ursprung der schlange' in unserer vorliegend sammlung, wie er in alter heidnischer zeit entstanden und wie nachmals unter christlichen einflüssen sich gestaltet hat:

Durch die welt lief einstens Hiisi [1]),
Über triften, über moore,
Durch die weiten wälder lapplands.
Von der stirne troff der schweiss ihm,
Geifer floss den bart hinunter.
Müde vom gewalt'gen laufen,
Von dem rennen ausser atem,
Fiel auf einem berg er nieder
Und versank in tiefen schlummer.
Lange lag er auf dem berge,
Auf der rauhen felsennase [2]),
Schnarchte sehr indem er dalag,
Orgelte in donnertönen.
Seinem maul entfloss der geifer,

---

auswurf. Diese verschlingt ohne zweifel was ihre collegin ausgespien wird seiner zeit von dem saubern ergebnis entbunden.

[1]) Der waldteufel.

[2]) *Kallion nenällä* aus *kallio* fels und *nenä* nase.

Schleim entsandt' der offne rachen,
Schleim die ungeheure nase.
Da kam Syöjätär vorüber:
Die verschlang des Hiisi auswurf,
Spie ihn dann sofort ins wasser.
Schaukelten ihn da die winde,
Trieb des meeres well' ihn weiter,
Wasser zog ihn in die länge,
Lüfte drehten ihn als spindel,
Spielten das gespei ans ufer.
Windhauch blies es hart und trocken,
Sonne formte es zur rolle.
Drauf verlieh die seel ihm Hiisi,
Piru setzt' ihm ein die augen,
Lempo schuf die kieferknorpel,
Kehno schenkte ihm die zähne [1]).

Die christliche bearbeitung lässt den verräter *Judas* einst so lange rennen, bis er mit schlotternden beinen umsinkend einschläft. Da kommt der erlöser mit drei jüngern herangeschritten, Judas erwacht und wendet sich in seinen 'zerfetzten schuhen' zu eiliger flucht, eklen geifer hinterlassend. Nun heisst es weiter:

Da gewahrt der heil'ge Petrus
Teufels auswurf auf dem felsen,
Fasst den qualster wohl ins auge,
Sprach dann zum erlöser also:
'Was doch würd' aus diesem dinge,
Wenn du, herr, ihm seele liehest,
Augen in den kopf ihm schüfest?'
Gab die sündenreine gottheit,
Gab der schöpfer diese antwort:
'Aus dem bösen käm' nur böses,
Schelm nur aus des schelmes samen,
Unheil von dem vaterlosen,
Unheil von dem mutterlosen.'

---

[1]) Drei namen von teufeln ohne nähere bestimmung ihrer ämter. *Lempo* das böse wesen unterscheidet von der wohlwollenden gottheit *Lempi* nur der schlussvocal. *Kehno* heisst schlecht, verächtlich.

Hub da Petrus an von neuem:
'Schaff' ihm doch, o herr, die seele!
Segne es, mein gott, mit augen!
Lass es in dem staube wandeln,
Auf dem rasen knisternd kriechen,
Um der bäume stamm sich schlingen
Und das haidekraut benagen.'
Da verlieh der herr die seele,
Schenkte Jumala die augen
Des verworf'nen manns gespeie,
Des abscheul'gen zähem speichel.
Jetzt erhielt das knäuel leben,
Jetzt begann der wurm zu zischen,
Schwarze natter sich zu winden,
Auf dem bauche fortzuschleichen.

Am 5. Mai starb

Hr. Adalbert Kuhn,

in Berlin, ordentliches Mitglied der philosophisch-historischen Klasse.

Am 27. Mai starb

Hr. Jacob Bernays,

in Bonn, correspondirendes Mitglied der philosophisch-historischen Klasse.

Die Akademie überreichte Hrn. Peter Riefs folgende Adresse:

Hochgeehrter College!

Die unterzeichnete Akademie der Wissenschaften, welche seit 39 Jahren die Ehre hat, Sie zu ihrem ordentlichen Mitgliede zählen zu dürfen, fühlt sich gedrungen, Ihnen an diesem Gedenktage der vor 50 Jahren erlangten Würde des Doctors der Philosophie, ihre Theilnahme und ihre Freude auszusprechen, da Sie diesen Tag in rüstiger Arbeitskraft und geistiger Frische begehen. Sie haben Ihre Kraft und Ihre Zeit in ächt akademischer Weise, frei von allen äusseren Zwecken, der Wissenschaft als solcher widmen dürfen, und Sie haben diesem Ziele nachgestrebt, in unwandelbarer Treue und in rastloser Thätigkeit. Verehrt von den Mitstrebenden und von den Jüngern der Wissenschaft, eng befreundet mit vielen der geistig bedeutendsten Männern Ihrer Zeit, befriedigt durch Ihre an Ergebnissen fruchtbare Arbeit in dem selbstgewählten Gebiete, dem Ihr Interesse zugewendet war, sind Sie ein schönes Vorbild geworden für den Segen, welchen eine gänzlich uneigennützige, idealen Zwecken gewidmete Thätigkeit mit sich bringt, ein Vorbild, von dem wir wünschen müssen, dass es unter den von äusseren Sorgen befreiten Männern unseres Vaterlandes mehr Nacheiferer finde, als es bisher bei uns gefunden hat. Sie haben Ergebnisse Ihrer wissenschaftlichen Thätigkeit schon vor Ihrer Promotion der Öffentlichkeit übergeben; diese zielen auf Messung der magnetischen Kräfte ab. Sie hatten die grosse Bedeutung dieser Aufgabe richtig erkannt, noch ehe Gauss sich ihr zugewandt hatte. Später haben Sie sich als das Feld Ihrer Thätigkeit fast ausschliesslich die Wirkungen der Electricität hoher Spannung gewählt, und haben unseren Kenntnissen in diesem wichtigen und ausgedehnten Gebiete eine früher nicht gekannte Vollständigkeit, und durch die Ausbildung und Anwendung zuverlässiger Messungsmethoden zugleich sichere Begründung in den quantitativen Verhältnissen gegeben.

Wir bitten Sie den Inhalt dieses Schreibens als einen aufrichtigen und ungeschminkten Ausdruck unserer Überzeugungen anzusehen, und schliessen mit dem Wunsche, dass Ihnen noch eine lange Fortsetzung Ihrer Thätigkeit zu eigener Befriedigung und zur Ehre unserer Akademie vergönnt sein möge.

Berlin, 28. Mai 1881.

Verzeichniss der im Monat Mai 1881 eingegangenen Schriften.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XVII. N. 7. 8. Halle a. S. 1881. 4.

Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe der k. bayer. Akademie der Wissenschaften zu München. 1881. Heft III. München 1881. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 8. 9. Berlin 1881. 8.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXII. Heft 4. Berlin 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. 2. 1881. Heft V. Mai. Berlin. 4.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. IX. Suppl. Th. 2. Bd. X. (1881) Heft 3. Berlin 1881. 8.

Berliner Astronomisches Jahrbuch für 1883 mit Ephemeriden der Planeten ① — ㉛ *für 1881.* Berlin 1881. 8.

Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Neue Folge. Bd. XV. Würzburg 1881. 8.

Abhandlungen. Herausgegeben von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. XII. Heft 1. 2. Frankfurt a. M. 1880. 4.

Bericht über die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. 1879—1880. Frankfurt a. M. 1880. 8.

Mittheilungen des Deutschen Archaeologischen Institutes in Athen. Jahrg. VI. Heft 1. Athen 1881. 8.

Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Heft 23. März 1881. Berlin. Yokohama. 4.

Zoologischer Jahresbericht für 1879. Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel. Redigirt von Prof. J. V. Carus. Hälfte 1. 2. Leipzig 1880. 8.

Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel. Zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde. Bd. II. Heft 4. Leipzig 1881. 8.

Dritter Nachtrag zum Bibliothekskatalog der Zoologischen Station zu Neapel. Leipzig 1881. 8.

Botanisches Centralblatt. Herausgegeben von Dr. O. Uhlworm. Register des Jahrg. 1880. Kassel 1881. 8.

J. Geffcken, *Lübeck in der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts.* 2. Aufl. Lübeck 1881. 8.

W. Dwight Whitney, *A Sanskrit Grammar.* (*Indogermanische Grammatiken* Bd. II.) Leipzig 1879. 8.

Vier Idyllen des grossen Römerdichters Publius Virgilius Maro zur Beehrung der Feier seines 1900jährigen Sterbtages neu übersetzt von Leonard Carl in Würzburg. 8.

Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1881. Bd. XXXI. N. 1. Wien 1881. 8.

Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt. Jahrg. 1881. N. 1—7. Wien 1881. 8.

Mittheilungen der K. u. K. Geographischen Gesellschaft in Wien. 1880. Bd. XXIII. Wien 1880. 8.

Mittheilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. X. N. 10—12. Wien 1881. 8.

Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag im Jahre 1880. Herausgegeben von C. Hornstein. Jahrg. 41. Prag. 4.

Öffentliche Vorlesungen an der K. K. Universität zu Wien im Sommer-Semester 1881. Wien 1881. 4.

Jahres-Bericht der Lese- und Redehalle der Deutschen Studenten in Prag. Vereinsjahr 1880—81. Prag 1881. 8.

Mittheilungen aus dem Jahrbuche der K. Ungarischen Geologischen Anstalt. Bd. IV. Heft 4. Budapest 1881. 8.

Verzeichniss der im Laufe des Jahres 1880 an die Bibliothek der K. Ungar. Geologischen Anstalt in Tausch und als Geschenk eingelangten Schriften und Karten. Budapest 1881. 8.

Erdélyi Muzeum. Sz. 5. Évtolyam VIII. 1881. Budapest. 8.

Viestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. Godina III. Br. 2. Zagrebu 1881. 8.

Izvješće hrvatskoga arkeologičkoga Družtva za godinu 1881. Zagrebu 1881. 8.

Proceedings of the Royal Institution of Great Britain. Vol. IX. P. III. N. 72. London 1880. 8.

Royal Institution of Great Britain, 1880. — List of the Members in 1879. London 1880. 8.

Report of the fiftieth Meeting of the British Association for the advancement of science held at Swansea 1880. London 1880. 8.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLI. N. 6. London 1881. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society. Vol. III. N. 5. May, 1881. London. 8.

Proceedings of the London Mathematical Society. N. 167—169. London 1880. 81. 8.

Journal of the Chemical Society. N. CCXXII. May 1881. London. 8.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. I. P. 2. London 1881. 8.

Memoirs of the Literary and philosophical Society of Manchester. Ser. III. Vol. VI. London 1879. 8.

Proceedings of the Manchester Literary and philosophical Society. Vol. XVI. XVII. XVIII. XIX (Sess. 1876—80). Manchester 1877—80. 8.

The Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. New Series. Vol. XIII. P. II. April 1881. London. 8.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. N. III. March, 1881. Calcutta 1881. 8.

Bibliotheca Indica. Old Series N. 242. New Series N. 433. 437. 439—446. 454—456. Calcutta 1880. 81. 8.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. N. 7. 8. July & August 1880. Calcutta 1880. 8.

Catalogue of newly dicovered, rare and old Sanskrit Manuscripts in the Lahore Division. Lahore 1881. fol.

The sacred books of the east. Translated by various oriental scholars and edited by J. Max Müller. Vol. XI. Oxford 1881. 8.

Rájendralála Mitra, *A Catalogue of Sanskrit Manuscripts in the Library of His Highness the Mahárájá of Bikaner.* Calcutta 1880. 8.

Maulavi Abdur Rahím, *Index of Names of Persons and Geographical Names occurring in the Akbar Námah.* Vol. II. Calcutta 1881. 4.

Transactions and Proceedings and Report of the Royal Society of South Australia (late Adelaide philosophical Society). Vol. III (for 1879—80). Adelaide 1880. 8.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales, 1879. Vol. XIII. Sydney 1880. 8.

Reports of the Council of Education upon the Condition of the Public Schools for the year 1879. Sydney 1880. 8.

Annual Report of the Department of Mines, New South Wales, for the year 1878. 1879 & Maps to accompany. Sydney 1879. 1880. 4.

L. Liversidge, *Report upon certain Museums for Technology, Science and Art etc.* Sydney 1880. fol.

1880—81. *Victoria. Report of the Chief Inspector of Mines for the year 1880.* N. 70. Melbourne. fol.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. T. XCII. N. 15. 16. 17. 18. 19. 20. Paris 1881. 4.

Bulletin de la Société mathématique de France. T. IX. N. 2. Paris 1880. 8.

Bulletin de la Société de Géographie. Janvier — Février 1881. Paris 1881. 8.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. X. N. 17. 18. 19. 20. Paris 1881. 8.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Série VI. Année I. Cah. 4. 1881. Avril. Paris. 8.

Bulletin de la Société de Géographie Commerciale de Bordeaux. Sér. II. Année IV. N. 10. Bordeaux 1881. 8.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. N. 18. 19. 20. 21. 22. Paris 1881. 4.

Bibliothèque. — Revue bibliographique universelle. Part. techn. Sér. II. T. 7. Livr. 4. *Partie litt.* Série II. T. 13. Livr. 5. Paris 1881. 8.

Steenstrup, *Études préliminaires pour servir à l'histoire des Normans et de leurs invasions.* Paris 1881. 8. Sep.-Abdr.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVIII. 1880—81. Ser. 3. *Transunti.* Vol. V. Fasc. 10. 11. 12. Roma 1881. 4.

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXIV (1881). Sessione V. Roma. 8.

Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino. Ser. II. T. XXXII. Torino 1880. 4.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI. Disp. 1. 2. 3. (Nov. 1880 — Febbr. 1881.) Torino. 8.

Bullettino della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali. Anno 1881. Aprile. N. 5. Padova 1881. 8.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Processi verbali. Marzo 1881. Pisa. 8.

Pubblicazioni del R. Istituto di studi superiori pratici e di perfezionamento in Firenze. Sezione di Filosofia e Filologia. Vol. II. *Sezione di Medicina e Chirurgia.* — F. Pacini, *Del processo morboso del Colera asiatico.* Firenze 1880. 8.

B. Boncompagni, *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche.* T. XIII. Giugno 1880. Roma 1880. 4.

G. B. de Rossi, *Bullettino di Archeologia Cristiana.* Ser. III. Anno 5. N. III. IV. Roma 1880. 8.

Fr. Coppi, *Breve rapporto sugli scavi di Gorzano nel 1880.* Torino 1881. 8. Estr.

G. Gozzadini, *Di due sepolcri e di un frammento ceramico della necropoli felsinea.* Modena 1881. 8. Estr.

— —, *Di un utensile tratto dalla necropoli felsinea.* Modena 1881. 8. Estr.

W. Peters & G. Doria, *Enumerazione dei Mammiferi.* Genova 1881. 8.

Acta Horti Petropolitani. T. VII. Fasc. 1. St. Petersburg 1880. 8.

E. Regel, *Supplementum ad fasciculum VII descriptionum plantarum.* Petropoli 1880. 8.

Öfversigt af K. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. 1880. 37. Årg. N. 8—10. Stockholm 1881. 8.

H. Gyldén, *Astronomiska Jakttagelser och Undersökningar anstälda på Stockholms Observatorium.* Bd. I. Häftet 2. Stockholm 1880. 4.

K. Pettersen, *Lofoten og Versteraalen.* Tromso 1880. 8. Sep.-Abdr.

Cartulaire ou Recueil des Documents politiques et administratifs de la Ville de Luxembourg. De 1244 à 1795. Publ. par Fr. X. Würth-Paquet et N. van Werveke. Luxembourg 1881. 8.

Mémoires de l'Académie Royale des Sciences etc. de Belgique. T. XLIII. P. 1. Bruxelles 1880. 4.

Mémoires Couronnés et Mémoires des Savants étrangers publiés par l'Académie R. des Sciences de Belgique. T. 39. 42. 43. Bruxelles 1879. 80. 4.

Mémoires Couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie Royale des Sciences. T. XXIX. XXX. XXXII. Bruxelles 1880. 81. 8.

Tables des Mémoires des Membres, des Mémoires couronnés et de ceux des Savants étrangers. 1816—1857. 1858—1878. Bruxelles 1858. 1879. 8.

Biographie Nationale. Publ. par l'Académie Royale des Sciences de Belgique. T. VI. P. 2. T. VII. P. 1. Bruxelles 1878. 1880. 8.

Collection de Chroniques Belges inédites.

C. Piot, *Chroniques de Brabant et de Flandre.* Bruxelles 1879. 4.

H. Goffinet, *Cartulaire de l'Abbaye d'Orval.* Bruxelles 1879. 4.

Kervyn de Lettenhove, *Istore et Croniques de Flandres.* T. I. II. Bruxelles 1879. 80. 4.

E. Poullet, *Correspondance du Cardinal de Granvelle; 1565—1586.* Bruxelles 1880. 4.

St. Bormans, *Ly Myreur des Histors, Chronique.* T. VI. Bruxellles 1880. 4.

Revista Euskara. Año IV. N. 36. Pamplona 1881. 8.

Boletin da Sociedade de Geographia de Lisboa. Ser. II. N. 3. Lisboa 1880. 8.

Ἐγχειρίδιον συνταγματικοῦ δικαίου ὑπὸ Θεοδώρου Ν. Φλογαίτου. Ἀθήνησι 1879. 8.

Φιλολογικὸς σύλλογος παρνασσός. — Λογοδοσία τῶν κατὰ τὸ δέκατον πέμπτον ἔτος γενομένων ὑπὸ Ἐμμανουὴλ Δραγούμη προέδρου. Ἀθήνησιν 1879. 8.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. New Series. Vol. VIII. P. 1. Boston 1881. 8.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXI. N. 125. May 1881. New Haven 1881. 8.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol. VIII. N. 1. 2. Cambridge 1881. 8.

The American Journal of Otology. Vol. III. N. 2. April 1881. New York. 8.

Jahres-Bericht des Naturhistorischen Vereins von Wisconsin für das Jahr 1880 — 81. Milwaukee, Wisc. 1881. 8.

A. S. Packard, *The Anatomy, Histology, and Embryology of Limulus Polyphemus.* Boston 1880. 4. Sep.-Abdr.

G. Hinrichs, *Iowa Weather Report for 1878.* 3. & 4. Quarterly Number. Des Moines, Iowa 1880. 8.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Rammelsberg, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth.	M. 3,00
Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth.	M. 9,00
Virchow, Beiträge zur Landeskunde der Troas	M. 10,00
Schott, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens	M. 1,00
Krüger, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . .	M. 5,00
Curtius, Das archaische Bronzerelief aus Olympia	M. 2,50
Buschmann, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . .	M. 2,50
Erdmann, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid	M. 3,00
Schrader, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal	M. 3,00
Dillmann, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert	M. 2,50
Sachau, E., Über die Lage von Tigranokerta	M. 5,50
Hagen, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen	M. 1,50
Vahlen, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . .	M. 1,50
Waitz, Über eine alte Genealogie der Welfen	M. 0,80
Schott, Über ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters	M. 2,00
Zeller, Über die Messung psychischer Vorgänge	M. 0,80
Virchow, Über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen	M. 8,00

Gerland, Ernst, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

Pringsheim, Über die primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation . . . . . 504—533

Kronecker, Zur Theorie der Elimination einer Variabeln aus zwei algebraischen Gleichungen . . . . . 535—600

Dillmann, Über Baal mit dem weiblichen Artikel (ἡ Βααλ) 601—620

Zachariæ von Lingenthal, Papyrusblätter vom Sinai-Kloster mit Bruchstücken griechisch-römischer Jurisprudenz . . . . . 620—655

Imhoof-Blumer, Die euböische Silberwährung . . . 656—674

Olshausen, Forschungen auf dem Gebiete ėrânischer Sprachkunde . . . . . 675—696

Siemens, Beiträge zur Theorie des Elektromagnetismus 697—719

Curtius, Festrede in der öffentl. Sitzung v. 30. Juni 720—735

Waitz, Bericht über den Fortgang der Monumenta Germaniae historica . . . . . 736—742

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt)
Berlin, Universitätsstr. 8.

NOV 23 1881

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Juni 1881.

Mit 2 Tafeln.

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Juni 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

---

uni. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Schrader las über die Sargonsstele des Königlichen Mu-

---

16. Juni. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Pringsheim las:

Über die primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation.

Im Anschluss an frühere Mittheilungen erlaube ich mir hier der Akademie die Anschauungen darzulegen, zu welchen ich bei der Fortführung meiner Untersuchungen über die unmittelbaren oder primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation gelangt bin.

Der Einfluss des Tageslichts und namentlich der Sonnenstrahlung auf die Vegetation macht sich bekanntlich in den Pflanzen an den verschiedenartigsten biologischen Phänomenen geltend.

Allein schon die äussere Betrachtung der hierher gehörigen Erscheinungen, soweit dieselben bis jetzt verfolgt sind, zeigt, dass es sich bei den Beobachtungen bisher nirgends um einfache Phänomene handelt, die in einer unmittelbaren und directen Beziehung zur Lichtwirkung stehen, sondern um äusserst complicirte Vorgänge, deren Zustandekommen auf einer verwickelten Combination der Lichtwirkungen mit den übrigen, vom Licht unabhängigen, physiologischen Processen in den Geweben beruht. Je nach der Organisation der Pflanze und nach der anatomischen Verschiedenheit der betreffenden Gewebe kann daher in einzelnen Fällen, wie zum Beispiel bei den Erscheinungen des sogenannten positiven und negativen Heliotropismus, die Lichtwirkung in der Pflanze zu scheinbar von einander abweichenden und sogar zu ganz entgegengesetzten Endresultaten führen.

Für das richtige Verständniss dieser noch dunklen Vorgänge und namentlich für die Erkenntniss des Antheils, den das Licht hierbei nimmt, kommt es daher vor Allem darauf an, die unmittelbaren Lichtwirkungen in der Pflanzenzelle selbst unter einfachen und klaren Bedingungen sicher festzustellen, um so die primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation von den übrigen ursächlichen Momenten, die bei den heliotropischen und überhaupt im weitesten Sinne bei allen vom Lichte beeinflussten Erscheinungen

des Pflanzenlebens mitwirken, zu sondern und isolirt und in ihrer Reinheit hervortreten zu lassen.

Namentlich wird hierbei von wesentlicher Bedeutung, Wärmewirkung und Lichtwirkung in der Pflanze schärfer, als dies bisher in der botanischen Literatur geschah, in ihren unmittelbaren Effecten auf die Zelle zu unterscheiden und sich durch die Veränderungen, die sie in der Pflanzenzelle hervorrufen, klar zu machen, in wie weit besondere, von der Wärmeerregung verschiedene, Lichtwirkungen der Strahlung auf die Vegetation vorhanden sind und worin diese thatsächlich bestehen.

Bei der einen, grossen Reihe von Erscheinungen des Pflanzenlebens, welche eine nachweisbare Abhängigkeit vom Lichte zeigen, liegt es nun von vornherein nahe, eine chemische Einwirkung des Lichtes auf die Pflanzensubstanz anzunehmen.

Für den Vorgang der Assimilation des Kohlenstoffes in den grünen Zellen ist dies von jeher geschehen.

Dies gilt jedoch auch für die Erscheinungen, die einen Einfluss des Lichtes auf die Transpiration, den Turgor, die Wachsthumsgrösse der Gewebe und den Beginn der Entwickelung ruhender Organe andeuten.

Ferner gehören aber hierher auch unbedingt alle diejenigen Fälle, in welchen man eine Einwirkung des Lichtes auf die äussere morphologische Gestaltung der Pflanze wahrgenommen hat; zum Beispiel auf die symmetrische oder asymmetrische Ausbildung von Pflanzentheilen und auf den Ort der Neubildung von Seitenorganen.

Die Beziehung des Lichtes zu den bisher genannten Vorgängen pflegt man je nach dem äusseren Eindrucke, den das Resultat in der normalen Entwickelung der Pflanze hervorruft, bald als eine hemmende, bald als eine beschleunigende Wirkung des Lichtes auf den Stoffwechsel und das Wachsthum der Gewebe zu bezeichnen. Diese kann ihrer Natur nach gewiss nur in einer chemischen Veränderung der Pflanzensubstanz gesucht werden; allein das, was eben fehlt, ist die klare Darlegung und Unterscheidung jener ersten, durch die Lichtstrahlung in den Zellen hervorgerufenen, chemischen Veränderungen und Processe, aus welchen die beobachteten Erscheinungen im Wachsthum und Stoffwechsel als secundäre Folgen sich ableiten lassen.

Man unterscheidet aber gewöhnlich noch eine zweite, besondere Reihe von Lichtwirkungen an der Pflanze, die einen auf-

fallenden gemeinsamen Charakter zeigen. Der Einfluss des Lichtes äussert sich hier in mechanischen Effecten, deren bewirkende Ursache in ihrer Beziehung zum Lichte zum Theil noch ganz undurchsichtig ist.

Bei den hierher gehörigen heliotropischen Krümmungen und Bewegungen der Organe hat man allerdings, wenn auch noch ohne durchschlagenden Erfolg, die eintretenden Richtungs- und Lageveränderungen der Theile auf Wachsthums- und Stoffwechselvorgänge bestimmter Gewebe bezogen und hierdurch ist ohne Zweifel schon eine Einsicht in den äusseren Mechanismus des Vorganges angebahnt; allein auch hier blieben die Beziehungen der ursprünglichen Lichtwirkung zu den primären Veränderungen der Gewebszellen unerörtert.

Und in der ganz vagen und allgemeinen Form, in der sie ausgesprochen wird, kann, wie man festhalten muss, die Annahme einer retardirenden und in anderen Fällen wieder die einer beschleunigenden Wirkung des Lichtes auf Stoffwechsel, Wachsthum und Turgor der Gewebe unmöglich als eine befriedigende Erklärung der heliotropischen Erscheinungen gelten. Denn Förderung der Entwickelung in dem einen und Hemmniss in dem anderen Falle sind ja eben die Thatsachen, welche erst aus den primären Lichtwirkungen, die in allen Fällen die gleichen sind, ihre Erklärung finden sollen. Das verschiedene Endresultat folgt nur aus der verschiedenen Organisation der Theile, welche der Lichtwirkung unterliegen.

Immerhin liegt in den vorhandenen Erklärungsversuchen das stillschweigende Zugeständniss, dass der beobachtete Effect nur eine secundäre Folge von unbekannten chemischen Processen ist, die durch das Licht in den Geweben hervorgerufen werden.

Schwieriger noch liegt das Verhältniss, wenigstens scheinbar, bei jenen locomotorischen Bewegungen ganzer Pflanzen oder ihrer Fortpflanzungskörper, die, wie zum Beispiel die freien Bewegungen der Schwärmsporen der Algen, sichtlich vom Lichte beeinflusst werden und ebenso bei jenen regelmässigen Bewegungen, welche das Protoplasma und seine Einschlüsse, namentlich die Chlorophyllkörper, bei wechselnder Belichtung ausführen, und die, wie bekannt, ein in den Zellen viel verbreitetes Phänomen darstellen.

Für diese auffallenden Wirkungen des Lichtes, die man als „mechanische“ zu bezeichnen pflegt, fehlt es nicht nur an jeder

befriedigenden Erklärung, sondern auch an einer verständlichen Auffassung ihrer Beziehung zur Lichtwirkung.

Sieht man von ganz unzureichenden Erklärungsversuchen ab, so hat man sich bei ihnen ganz und gar mit der Feststellung der Thatsache begnügt und nur den unbegreiflichen Zusammenhang der Lichtwirkung mit der bewirkenden Ursache constatirt.

Auf die primären, durch das Licht in der Pflanzenzelle erregten Veränderungen, als auf die eigentliche Ursache der Erscheinung, ist man auch bei diesen sogenannten mechanischen Wirkungen des Lichtes nicht zurückgegangen.

Gehen wir nun aber näher auf die Quellen unserer Vorstellungen über den Einfluss des Lichtes auf die Vegetation ein, so hat, wie man sagen darf, bisher nur die gasanalytische Methode einen Schritt vorwärts zur Kenntniss der ursprünglichen Lichtwirkungen in der Pflanze geführt.

Ihr verdankt man bekanntlich die Kenntniss der von Licht und Kohlensäure abhängigen Sauerstoffabgabe grüner Zellen und Gewebe.

Allein über die Entdeckung dieser Thatsache ist die Forschung mit dieser Methode trotz der bewundernswerthen Ausdauer, welche während eines ganzen Jahrhunderts auf sie verwandt wurde, nicht hinausgekommen.

Ich habe bereits in einem früheren Aufsatze[1]) auf die Gründe dieses auffallenden Stillstandes in den Erfolgen dieser mühevollen Untersuchungsreihen hingewiesen. Sie liegen in der Unzulänglichkeit der geübten gasanalytischen Methode.

Zunächst darin, dass die quantitativen Bestimmungen des Gaswechsels an Pflanzen oder Pflanzentheilen, Blättern und beblätterten Stengeln ausgeführt werden, die gleichzeitig aus assimilatorischen und nicht assimilatorischen Geweben bestehen.

Während die letzteren der umgebenden Atmosphäre unter Abgabe von Kohlensäure Sauerstoff entziehen, entnehmen ihr die ersteren, sofern sie genügend grün sind und genügend stark beleuchtet werden, vorzugsweise Kohlensäure und athmen dafür Sauerstoff aus.

Diese beiden Vorgänge sind aber, jeder für sich seiner abso-

---

[1]) Zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie der Pflanzen. Monatsberichte der Berl. Akad. d. Wiss. v. Febr. 1881.

luten Grösse und seinen relativen Verhältnissen nach, nur ungenügend bekannt und beeinflussen zugleich das Gesammtergebniss in entgegengesetztem Sinne.

Das Endresultat des Gaswechsels, wie sich dasselbe im abgeschlossenen Versuchsraume in der Grösse und Beschaffenheit des vorhandenen Gasvolumens ausspricht, kann daher über die Grössenverhältnisse jedes einzelnen der beiden Vorgänge, die hier zusammenwirken, quantitativ nichts Sicheres aussagen, denn es drückt nur die Differenz der Veränderungen aus, welche beide in ihrem physiologischen Verhalten zur Atmosphäre einander entgegenwirkenden Gewebearten hervorgerufen haben.

Auch ändert sich dies Verhältniss wenigstens nicht wesentlich und diese Betrachtung behält noch ihre volle Geltung, wenn man, was gewiss vorzuziehen wäre, mit assimilatorischen Geweben allein — z. B. mit Conferven, oder Characeen, oder entsprechenden Thallomen anderer niederen Gewächse — experimentiren wollte, da auch in den grünen Geweben allein schon beide, einander entgegenwirkenden Processe der Athmung und Assimilation bestehen und meine Versuche überdies nachweisen, dass die Sauerstoffaufnahme der grünen Zelle im Lichte mit der wachsenden Intensität desselben zunimmt.

Schon dieser Umstand allein hebt die Schlüsse aus den Resultaten der gasanalytischen Methode auf, soweit sie über die Angabe hinausgehen, dass im hellen Tageslicht die Grösse der Assimilation der grünen Gewebe eines Pflanzentheils die Gesammtgrösse der Athmung aller seiner Gewebe übertrifft.

Man hat sich aber mit diesem Schlusse nicht begnügt, sondern aus den Verhältnissen und der Zusammensetzung der Gasvolumina vor und nach dem Versuche Schlüsse über den näheren Vorgang bei der sogenannten Kohlensäurezersetzung der grünen Gewächse und über die hierbei entstehenden Körper gezogen, die aus den gefundenen Thatsachen keineswegs mit Nothwendigkeit folgen.

Hierzu treten dann noch: theils die falsche Anwendung farbiger Beleuchtung in den Versuchen und die unrichtigen Schlüsse, die man daraus auf die Wirkung der Lichtfarben gezogen hat, theils die Fehlerquellen, welche namentlich auch die Binnenluft innerhalb der Gewebe der Versuchsobjecte in die Versuche hineinträgt. Diese letztere lässt sich aber nicht ausschliessen, wenn man die Versuche an gesunden, und nicht an asphyxirten, Pflanzentheilen ausführen will.

Aus diesen und anderen schon besprochenen Mängeln der Methode erklären sich die zahlreichen Widersprüche, welche bei jeder speciellen Frage: nach den Grössenverhältnissen des Gaswechsels; nach der relativen Energie der Farben im Assimilationsvorgange; nach der chemischen Beschaffenheit des primären Assimilationsproductes; u. s. w. in den Resultaten derjenigen Forscher, die sich der gasanalytischen Methode bedient haben, immer wiederkehren. Sie liegen nicht in der Ungenauigkeit der Experimentatoren, sondern vorwiegend in den Fehlern, die der Methode anhaften; dann aber auch in dem nirgends berücksichtigten Umstande, den ich hier noch besonders hervorheben muss, dass die grünen Gewebe verschiedener Pflanzen, je nach ihrer anatomischen Beschaffenheit, nach der Tiefe ihrer Farbe und nach dem relativen Verhältniss ihrer assimilatorischen und nicht assimilatorischen Gewebe in dem Endresultat ihres Gaswechsels nothwendig verschiedene Werthe ergeben müssen.

Eine absolute Gleichartigkeit in den Resultaten und der Grösse des Gaswechsels, wie sie theoretisch immer stillschweigend postulirt wurde, ist bei den verschiedenen Gewächsen gar nicht zu erwarten und ist, wenn man die exacter ausgeführten Versuche kritisch scharf beleuchtet, auch gar nicht vorhanden. Wo sie beobachtet wurde, da liegen die wirklichen Differenzen nur innerhalb der Fehlergrenzen der Beobachtung.

Diese hier kurz angedeuteten Bedenken, welche dem Experimentator bei gasanalytischen Versuchen an lebenden Pflanzen auf jedem Schritte entgegentreten, haben mich veranlasst, für die Entscheidung der fundamentalen Fragen nach den primären Lichtwirkungen in der Pflanze mich einer anderen Methode zuzuwenden, welche unzweideutige und sichere Resultate liefert.

Die Kenntniss der Lichtwirkungen auf die Vegetation muss, wie ich annahm, gewonnen werden können aus der directen Beobachtung der sichtbaren Veränderungen, welche das Licht in kurzer Zeit, unmittelbar unter dem Auge des Beobachters, in der einzelnen Zelle und namentlich in der grünen Zelle hervorruft.

Nach den vorhandenen mikroskopischen Erfahrungen, bei welchen derartige Veränderungen nicht beobachtet werden, war es nur denkbar, dieselben im intensiven Lichte herbeizuführen. Ich griff daher, um die Wirkung des intensiven Lichtes in den Geweben unter dem Mikroskope direct beobachten zu können, zu der An-

wendung von concentrirten, weissen und farbigen Sonnenbildern.

Bei diesen Untersuchungen ergab sich nun die bemerkenswerthe Thatsache,

dass die leicht constatirbaren Wirkungen des intensiven Lichtes auf die Pflanzenzelle an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden sind.

Hierin tritt meiner Auffassung nach ein fundamentaler Unterschied zwischen Lichtwirkung und Wärmewirkung auf die Pflanze hervor, der bei allen Fragen maassgebend wird, welche den Einfluss der Sonnenstrahlung auf die Vegetation berühren, und den ich hier näher ausführen muss.

Die Abhängigkeit der chemischen Vorgänge in den Geweben der Pflanze von der Temperatur ist bekannt; man weiss, dass es für jede Pflanze eine bestimmte Temperatur giebt, welche ohne Schaden für dieselbe nicht überschritten werden darf. Diese Temperatur ist nicht für alle Pflanzen genau dieselbe. Man pflegt sie als das Temperatur-Optimum für die bestimmte Pflanze zu bezeichnen.

Steigt die Temperatur höher, so kann die Erwärmung schon in kurzer Zeit tödtlich werden, und ich will den Temperaturgrad, bei welchem eine Pflanze stirbt, wenn sie derselben auch nur eine kurze Zeit — 10 bis 15 Minuten — ausgesetzt wird, die kritische Temperatur für die betreffende Pflanze nennen.

Auch die kritische Temperatur ist für verschiedene Pflanzen eine verschiedene. Es giebt Pflanzen, die nach einer 10—15 Minuten dauernden Erwärmung auf 40° Cels. und selbst unter 40° Cels. nothwendig zu Grunde gehen, während andere diese und eine etwas höhere Temperatur ohne nachhaltigen Schaden vertragen und erst etwa bei 42° Cels. den schädlichen Folgen der Erwärmung erliegen.

Diese kritische Temperatur für die Pflanze kann leichter und genauer mit Sicherheit festgestellt werden, als das Temperatur-Optimum; ich habe daher mit Rücksicht auf den oben angedeuteten Unterschied zwischen Licht- und Wärmewirkung die Abhängigkeit der kritischen Temperatur vom Vorhandensein von Sauerstoff für einige Pflanzen geprüft. Es wäre ja denkbar — eine Möglichkeit, die bisher noch nicht ins Auge gefasst wurde — dass der Wärmetod der Zelle, der schon bei dem so auffallend niederen Tempera-

turgrade von 40—42° Cels. eintritt, ebenso wie der Lichttod, nur eine übermässig erhöhte Oxydation des Protoplasma, mit anderen Worten eine schädliche Steigerung der Athmung wäre.

Aus meinen diesbezüglichen Untersuchungen, die ich an anderer Stelle im Einzelnen näher ausführen werde, geht aber mit Sicherheit hervor, dass dies nicht der Fall ist und dass der Ausschluss von Sauerstoff in der Atmosphäre der Pflanze für die kritische Temperatur ohne Belang ist.

Der Wärmetod tritt mit und ohne Gegenwart von Sauerstoff für die untersuchte Pflanze bei derselben Temperatur ein.

Der Wärmetod ist daher jedenfalls kein durch die höhere Temperatur geförderter Verbrennungsvorgang bestimmter Bestandtheile im Protoplasma, sondern erfolgt, wie man dies wohl auch ohne nähere Prüfung bisher angenommen hat, durch eine noch unbekannte moleculare Umwandlung desselben, welche durch die Wärme veranlasst wird und die, was hier die Hauptsache ist, ganz unabhängig von dem Medium erfolgt, in welchem die Zelle sich befindet. Man kann sich denken, dass jene unbekannte moleculare Umwandlung in der Zerstörung gewisser Bestandtheile des Protoplasma, die zur Erhaltung des Lebens nöthig sind, durch die Wärme besteht.

Dagegen ist die Beschädigung und der Tod der Zelle durch Licht, wie meine Versuche in den intensiven Sonnenbildern nachweisen, nothwendig an die Gegenwart von Sauerstoff gebunden, und man kann daher den Lichttod geradezu als einen durch das Licht veranlassten Sauerstofftod bezeichnen.

Dieser wesentliche Unterschied zwischen Licht- und Wärmewirkung folgt übrigens schon mit Evidenz auch aus den Erscheinungen, welche die Pflanzenzellen in den concentrirten Sonnenbildern darbieten.

Bei dieser intensiven Beleuchtung, bei welcher die Wirkungen der Strahlung, welcher Art sie immer sein mögen, zur Geltung kommen, lassen sich durch eine geeignete Anstellung der Versuche in der Pflanzenzelle zwei von einander verschiedene Effecte der Strahlung sicher und leicht bei der Beobachtung wahrnehmen und unterscheiden:

1) thermische, die von dem umgebenden Medium unabhängig sind und von allen Lichtstrahlen, sichtbaren und unsichtbaren, hervorgerufen werden können, und

2) photochemische Effecte oder Lichtwirkungen im engeren Sinne, die nur von den leuchtenden und vielleicht auch von den ultravioletten Strahlen angeregt werden, zu deren Zustandekommen in der Pflanze aber, wie ich gefunden habe, die Gegenwart von freiem Sauerstoff in der Umgebung der Zelle absolut nothwendig ist.

Die reinen Wärmewirkungen treten unvermischt mit photochemischen Effecten bei der Bestrahlung der Zellen in indifferenten Gasen, bei völligem Abschluss von Sauerstoff ein.

So lange unter solchen Umständen die Wärmeerregung der Bestrahlung im Versuchstropfen und im Objecte keine hohe Temperatur erzeugt, so lange nämlich die Erwärmung des Objectes unter der kritischen Temperatur für die bestimmte Pflanze bleibt, so lange werden keinerlei ins Auge fallenden Veränderungen am bestrahlten Objecte wahrgenommen. Steigt aber die Temperatur höher und hält diese höhere Temperatur eine Zeit lang an, so können die Merkmale der Wärmestarre und des Wärmetodes, wie sie bei einer entsprechenden Erwärmung der Objecte in Wasser von höherer Temperatur beobachtet werden, zur Erscheinung kommen.

Bei meinen Bestrahlungsversuchen in intensiven Sonnenbildern, die von einer Linse von 60^{mm} Durchmesser erzeugt werden, kann diese extreme Wirkung der Strahlung, die zum Wärmetod der Zelle führt, in weissen Sonnenbildern schon in 1 bis 2 Minuten erreicht werden, wenn sämmtliche Strahlen, auch die dunklen Wärmestrahlen, bei der Entstehung des Sonnenbildes mitwirken.

Viel länger dagegen — schon etwa 5 bis 9 Minuten — kann es selbst im weissen Sonnenbilde dauern, bis der Wärmetod des bestrahlten Objectes eintritt, wenn die dunklen Wärmestrahlen durch Vorschieben geeigneter Schichten von Wasser und Alaunlösung abgehalten werden.

Bei farbigen Sonnenbildern erfolgt Wärmestarre und Wärmetod natürlich bedeutend später und unter gleichen Umständen um so später, je geringer die Wärmeerregung des farbigen Sonnenbildes ist, d. h. je mehr das Bild ausschliesslich von Strahlen grösserer Brechbarkeit gebildet wird, je weniger ferner die farbigen Strahlen des Sonnenbildes nach der Beschaffenheit der Farbe des Objectes von demselben absorbirt werden können, und je vollständiger endlich die dunklen Wärmestrahlen im Versuche abgehalten werden.

Man kann daher, wie ich bereits früher gezeigt habe, namentlich wenn für gleichzeitige Abkühlung des Versuchstropfens genügende Sorge getragen wird, auch solche Objecte, die gegen Wärme äusserst empfindlich sind, eine verhältnissmässig sehr lange Zeit — 15 bis 20 Minuten und länger — ohne jede schädliche Wärmewirkung von intensiven grünen und blauen Sonnenbildern bestrahlen lassen.

Die Veränderungen, welche der Wärmetod in der Zelle hervorruft, sind übrigens selbstverständlich dieselben, gleichgültig ob der Wärmetod durch Bestrahlung mit weissem oder irgend welchem farbigen Sonnenbilde erzeugt ist, und hängen in ihrer Erscheinung nur von der erreichten Temperatur ab. Es bedarf auch kaum der Erwähnung, dass sie den Erscheinungen gleichen, welche die tödtliche Erwärmung derselben Pflanzenzellen in heissem Wasser hervorruft.

Wo Bewegung im Protoplasma besteht, wird dieselbe sistirt; das Protoplasma zeigt Gerinnungserscheinungen, die durch körnige Niederschläge in der Hautschicht erkennbar werden; die Inhaltskörper der Zelle, wie namentlich die Chlorophyllkörper und ihre Einschlüsse, erleiden die für Wärmewirkung charakteristischen Quellungen und Zerstörungen, und der protoplasmatische Wandbeleg zieht sich früher oder später von der Zellwand zurück.

Besonders sei aber hier noch erwähnt und hervorgehoben, dass der Chlorophyllfarbstoff beim Tode der Zelle durch Wärme in niederen Temperaturen seinen Farbeton gar nicht verändert. Nur bei sehr hohen Temperaturen nimmt er einen schmutzig braunen Ton an; niemals aber bleiben die Chlorophyllkörper in der durch Wärme getödteten Zelle so rein blass und völlig entfärbt zurück, wie dies in so ausgezeichneter und rascher Weise beim photochemischen Tode der Zelle geschieht.

Eine durch reine Wärmestrahlung bei nicht zu hoher Temperatur getödtete Nitellazelle macht etwa den Eindruck, welchen die Zelle *b* Fig. 9 von einer in Kohlensäure getödteten Zelle darstellt.

Wie ich bereits in meinem ersten Aufsatze[1]) über Lichtwirkung in der Pflanze angab, lassen sich durch diese Methode der Bestrahlung die Wirkungen der Wärme auf die Zelle leichter und bequemer

[1]) Monatsberichte vom Juli 1879.

zur Anschauung bringen, als mit Hülfe der heizbaren Objecttische. Doch will ich hier auf die nach dieser Richtung gewonnenen Resultate nicht weiter eingehen.

Die reinen photochemischen Effecte der Strahlung können in den Versuchen im intensiven Lichte ebenso deutlich und scharf, wie die thermischen beobachtet werden. Allerdings lassen sich in dem Effecte der Strahlung die thermischen Wirkungen nicht so leicht ausschliessen, als die photochemischen, da ja auch grüne und blaue Sonnenbilder eine, wenn auch verhältnissmässig nur geringe, Erwärmung im Versuchstropfen und im Objecte hervorrufen. Allein es handelt sich hier wesentlich ja nur darum, die Temperatur im Versuchstropfen nicht bis zu einer für das Object schädlichen Temperaturhöhe ansteigen zu lassen; also nur darum, dieselbe während des Versuches unterhalb der kritischen Temperatur für die untersuchte Pflanze zu erhalten. Dies ist aber leicht möglich, und bei diesen niederen Temperaturen treten, wie jede mikroskopische Erfahrung lehrt, in der kurzen Dauer der Versuchszeit durch die Wärme keinerlei unmittelbar wahrnehmbare Veränderungen in der Zelle ein.

Die unter diesen Umständen sichtbaren Veränderungen sind daher von der Wärmeerregung in der Zelle unabhängige Effecte der Lichtstrahlung, oder mit anderen Worten Lichtwirkungen im engeren Sinne.

Ebenso, wie die photochemischen Wirkungen auf lichtempfindliche unorganische Substanzen, zeigen auch diese photochemischen Wirkungen auf den organischen Inhalt der Zelle in ihrer Grösse eine Abhängigkeit von der Farbe, zugleich aber sind sie, wie bereits bemerkt, noch dadurch besonders charakterisirt, dass sie vom Vorhandensein von Sauerstoff in der Umgebung der Zelle abhängig sind.

Sie treten daher in den Versuchen im Wasserstoff nicht ein. Wird z. B. an einem beliebigen Stücke einer Nitella mucronata (Fig. 1 der beiliegenden Tafel), welche in der mikroskopischen Gaskammer im Tropfen am Deckglase hängt, eine Zelle (*B*) — auch wenn sie so klein ist, dass sie mit ihrer ganzen Länge im Sonnenbilde liegt — in reinem Wasserstoff, aber zugleich unter Bedingungen, welche eine schädliche Temperaturerhöhung ausschliessen, einem intensiven farbigen Sonnenbilde ausgesetzt, so kann man den Versuch bei klarster Sonne ununterbrochen andauern lassen —

ich will beispielsweise sagen 15 bis 20 Minuten lang — ohne dass irgend eine Veränderung an der Zelle bemerkbar wird.

Trotz der intensiven Beleuchtung im Sonnenbilde bleibt, wie es die Figur zeigt, die Strömung und die Ordnung in der Zelle bestehen; das bewegliche Protoplasma, seine Wandschicht und seine Bestandtheile zeigen keine Veränderung, und die Chlorophyllkörper behalten ihre Farbe, Form, Lage und Anordnung unverändert bei; kurz die Zelle verhält sich während und nach dem Versuche ganz so wie vorher, und wie jede andere ihrer nicht belichteten Schwesterzellen im Präparate. Sie lebt ferner, ebenso wie diese, auch nach dem Versuche in normaler Weise unverändert weiter, vorausgesetzt immer, dass dafür gesorgt wird, dass während des Versuches keine das Temperatur-Optimum übersteigende Erwärmung in der Zelle und im Versuchstropfen, in welchem das Präparat liegt, eintreten kann.

Wiederholt man jetzt aber den Versuch an einer ihrer Schwesterzellen im Präparate (*A. C.* Fig. 1) bei Vorhandensein von Sauerstoff — z. B. nach bloss momentanem Hindurchziehen von atmosphärischer Luft durch die uneröffnete Gaskammer — so finden jetzt bei der gleichen Bestrahlung durch dasselbe Sonnenbild, also unter sonst unveränderten Umständen, in kürzester Frist eingreifende Zerstörungen in der Zelle statt.

Umfang, Grösse und Schnelligkeit der Zerstörungen hängen hierbei natürlich von den Dimensionen der belichteten Zelle, von ihrer Dicke und ihrer Länge ab, namentlich von der relativen Grösse des Sonnenbildes zur Zellenlänge.

Sind die Zellen — wie *A* und *C* Fig. 1 — so kurz, dass sie ganz oder fast ganz im Sonnenbilde liegen, so erfolgt der Tod der Zelle auch in dunklen grünen und blauen Sonnenbildern schon nach einer Bestrahlung von 1 bis 3 Minuten, und zwar erfolgt hier der Tod nachweislich ganz allein durch die Zerstörungen, welche die photochemische Wirkung der Bestrahlung in dem sogenannten farblosen Protoplasma hervorruft.

Sind die Zellen grösser als das Sonnenbild, so dauert es länger — 4, 5, 6 Minuten — bis die Zelle in Folge der photochemischen Wirkung zu Grunde geht. Bei sehr kräftigen, dicken und langen Internodien, bei denen — wie z. B. in Fig. 10 — der Durchmesser des Sonnenbildes im Verhältniss zur Länge der Zelle sehr klein ist, kann es 8 bis 10 Minuten und länger dauern, ehe

der Tod der ganzen Zelle durch die chemische Wirkung an der kleinen Insolationsstelle erreicht wird.

Es ist nun von besonderem Interesse die allerfrühesten photochemischen Effecte der Bestrahlung festzustellen, wie dieselben z. B. in kurzen Zellen schon nach einer Insolation von 1 bis 1½ Minuten in dunklen, grünen und blauen, Sonnenbildern eintreten.

Man bemerkt sofort beim Lichteinfall, oder doch schon während der kurzen Dauer der Bestrahlung Störungen im Protoplasmastrome. Die Bewegung wird unregelmässig; an einzelnen Stellen bilden sich grössere, unregelmässige Ansammlungen im strömenden Protoplasma (Fig. 6) — bei längeren Zellen, bei denen die Insolation länger andauern kann ohne den Tod hervorzurufen, zeigen diese häufig eine eigenthümliche, streifige Structur — und die Bewegung kann endlich unter Umständen selbst schon nach 1½ Minuten ganz zum Stillstand kommen.

Wird die Insolation jetzt unterbrochen, so kehrt die Bewegung wieder und die Zelle zeigt kurz nach dem Versuche (Fig. 4) keine eingreifenden Veränderungen. Aber nach einiger Zeit, oft schon nach wenigen Stunden, bemerkt man, obgleich die Bewegung besteht, und obgleich die Zelle auf den ersten Blick scheinbar intact ist, dass durch die kurz andauernde Beleuchtung ihre Organisation schwer gelitten hat. Die Unregelmässigkeiten in der Bewegung des Protoplasmastromes haben sich, wie die unregelmässigen Ansammlungen des Plasma zeigen, nicht ausgeglichen, sondern meist noch gemehrt und das wandständige Protoplasma, in welchem die Chlorophyllkörper eingebettet sind, vorzugsweise die äussere Schicht derselben, die ich die Hautschicht der Zelle genannt habe, zeigt bereits eingreifende Beschädigungen und hat eine partielle Zerstörung erlitten[1]).

In Folge dieser Zerstörung gerathen die Chlorophyllkörper, die bekanntlich in der normalen Zelle vor der Belichtung in ganz regelmässigen, unter einander parallelen Reihen (Fig. 4.5) angeordnet sind, sofern die Bewegung in der Zelle, wie dies bei so kurzer Insolation gewöhnlich der Fall ist, wiederkehrt und erhalten

[1]) Auch an den Spirogyren habe ich schon in meiner Schrift über Lichtwirkung und Chlorophyllfunction S. 362 u. f. (S. 77 der Separatausgabe) die Zerstörungen in der Hautschicht durch die oxydirenden Wirkungen des Lichtes nachgewiesen.

bleibt, völlig in Unordnung. Nicht mehr von der wandständigen Protoplasmaschicht in ihrer normalen Lage und Richtung festgehalten, werden sie durch die ununterbrochenen Stösse des sich fortbewegenden Plasmastromes aus ihrer ursprünglichen Stellung verrückt und man findet sie bald (Fig. 6 *a*, *b*) in ganz unregelmässiger Weise und ohne jede gesetzmässige Anordnung über die Fläche der Zellwand zerstreut und verbreitet.

Bei so kurzer Dauer der Insolation, wenn dieselbe nur 1 bis 1½ Minuten anhält, findet sich die hier beschriebene Veränderung nur an der unteren, der Strahlung während des Versuchs zugekehrten Fläche der Zellwand (Fig. 6); an der oberen, im Versuche dem Beobachter zugekehrten, mehr geschützten Fläche derselben Zelle (Fig. 5) findet man dagegen Chlorophyllkörper und wandständiges Protoplasma noch in gesetzmässiger Anordnung und Beschaffenheit.

In diesem Zustande kann sich die Zelle mit Bewegung und mit ganz normaler Beschaffenheit der Chlorophyllkörper, die in Form und Farbe während der kurzen Insolation nicht gelitten haben, noch lange Zeit nachher erhalten.

Dauert die Insolation schon länger, etwa 2 bis 3 Minuten, so erfolgt häufig die Sistirung der Bewegung des Protoplasma in der Zelle schon während des Versuches und die Bewegung kehrt auch später gewöhnlich nicht mehr zurück.

Die Zerstörungen im Protoplasma sind jetzt schon eingreifender und dehnen sich, wie ich dies gleichfalls schon bei den Spirogyren nachwies, auch auf die tiefer gelegenen Schichten des Plasma aus. In Folge davon geht dann die Zelle auch gewöhnlich schon in kurzer Zeit nach dem Versuche gänzlich zu Grunde.

Schon nach mehreren Stunden, spätestens nach einem bis zwei Tagen findet man die Zelle jetzt todt (*A.* Fig. 1 und *a.* Fig. 2. 3); das Plasma ist zum Theil verschwunden; der Plasmaschlauch contrahirt; aber die Chlorophyllkörper sind auch nach dieser längeren Insolation, abgesehen von ihrer veränderten Lage, meist sogar noch in ihrer Form, namentlich aber in ihrer Farbe noch ganz unverändert geblieben.

Bei einer noch längeren Insolation von etwa 5 bis 6 Minuten sieht man bei diesen kurzen Zellen (*C.* Fig. 1) schon während des Versuches und unter den Augen des Beobachters den Tod der Zelle unter weitgehenden Zerstörungen eintreten.

Der Zerstörung der Hautschicht und dem Schwinden eines

Theiles des Plasma folgt nun rasch die Contraction des Plasmaschlauches, soweit derselbe vom Lichte nicht getroffen seine Contractilität nicht verloren hat. Die Zerstörungen dehnen sich ferner jetzt auch auf die Inhaltskörper des Plasma und auf die Chlorophyllkörper aus, die nun nach und nach nicht nur in ihrer Organisation und Gestalt beeinträchtigt werden, sondern zuletzt auch durch Zerstörung des Farbstoffes völlig entfärbt und rein blass zurückbleiben.

Sind die Zellen bedeutend länger als der Durchmesser des Sonnenbildes, so können sie meist so kurze Insolationen ohne nachtheiligen Schaden für ihr Leben ertragen.

Veränderungen treten dann nur an der Insolationsstelle ein und sie bleiben auf diese beschränkt.

Nur soweit ungefähr das Sonnenbild reichte, findet man dann eine locale Zerstörung des wandständigen Protoplasma und nur hier sieht man nach einiger Zeit, sofern die Bewegung des Plasmastromes bestehen blieb, die Chlorophyllkörper aus ihren Reihen gerückt und in Unordnung gerathen (*b*. Fig. 3 und 6). Da solche lange Zellen später aber vollkommen ungestört leben bleiben, so werden hier nachträglich die in Unordnung gerathenen Chlorophyllkörper, die keinen Halt im wandständigen Plasma mehr finden, durch die fortdauernde Strömung aus ihrer Lage an der Wand der Zelle weggeschwemmt und fallen in den Strom hinein, in welchem sie sich Tage, Wochen, ja Monate lang fortbewegen können und allmälich auch ihre Farbe verlieren.

So entstehen (Fig. 10*a*; 11. 12. 13) die nackten Stellen oder Blössen an der Insolationsstelle, die ich bereits früher[1]) beschrieb. Ich habe dort zugleich angegeben, dass diese Stellen später auch Monate lang in der fortvegetirenden Zelle nackt bleiben.

Dies ist richtig, wenn sämmtliche Chlorophyllkörper, die an der Insolationsstelle lagen, vom Strome weggeschwemmt worden sind.

Bei sehr kurzer Insolation sehr kräftiger Zellen (*a*. Fig. 10) sind aber die Zerstörungen an der Insolationsstelle oft nur sehr unvollständig, und es können dann eine Anzahl Chlorophyllkörper an der Insolationsstelle in ihrer Lage erhalten bleiben, wie dies z. B. Fig. 11. 3 Tage nach der Insolation an der Inso-

[1]) a. a. O. S. 333 u. f. (S. 48 der Separatausgabe).

lationsstelle *a*. Fig. 10 bei genügender Vergrösserung zeigt. In solchen Fällen kann dann noch später, nach und nach und in langer Zeit, durch Theilung der stehen gebliebenen Chlorophyllkörper eine ansehnliche Vermehrung der Chlorophyllkörperanzahl an der Insolationsstelle erfolgen (Fig. 12). Diese neuen Chlorophyllkörper vermögen sich aber nicht in regelmässigen Reihen anzuordnen.

Ich übergehe hier die weiteren Veränderungen, welche die photochemische Wirkung des Lichtes an den verschiedenen Bestandtheilen des Zelleninhaltes hervorruft. Sie sind von mir in der angeführten Schrift ausführlich beschrieben worden. Ebenso habe ich dort schon die eigentlich lichtempfindlichen Bestandtheile der Zelle und Elemente des Plasmas von den nicht lichtempfindlichen zu unterscheiden versucht.

Hier kommt es mir nur darauf an, die Erscheinungen der Lichtwirkung in ihren wesentlichen Bedingungen und primären Angriffspunkten auf die Pflanzenzelle zu verfolgen und zu zeigen, dass die ursprünglichen photochemischen Wirkungen des Lichtes, obgleich sie von den leuchtenden Strahlen ausgehen, doch das sogenannte farblose Protoplasma der Zelle treffen.

Das Protoplasma der Pflanzenzelle absorbirt daher, wie man an den photochemischen Effecten erkennt, nicht nur die dunklen, sondern im hohen Grade auch die leuchtenden Sonnenstrahlen und auf dieser Absorption der leuchtenden Strahlen im Protoplasma — nicht auf ihrer Absorption in den Farbstoffen der Zelle — beruht in erster Linie die photochemische Wirkung, welche die Sonne auf die Vegetation ausübt.

Durch die Versuche an Pflanzen in den concentrirten Sonnenbildern ist somit ein besonderer, von der Wärmeerregung des Lichtes verschiedener, photochemischer Effect der Sonne auf die Pflanze nachgewiesen, welcher darin besteht, dass die leuchtenden Strahlen die Oxydation der Bestandtheile der Zelle durch den Sauerstoff der Atmosphäre befördern.

Man kann dies Verhältniss, wie ich es in meiner ersten Veröffentlichung gethan habe, auch als eine Steigerung der Athmung durch das Licht bezeichnen.

Die gasanalytische Methode hat dies Verhältniss des Lichtes zur Sauerstoffaufnahme bisher weder aufgefunden noch nachgewiesen.

Für die nicht assimilatorischen Gewebe, die allein oder doch vorwiegend die Versuchsobjecte in den Experimenten über Ath-

mung der Pflanze bildeten, wurde ein Einfluss des Lichtes auf die Athmung überhaupt entweder gänzlich negirt, oder doch bezweifelt. Für die grünen Gewebe ist die Abhängigkeit der Grösse der Athmung von der Intensität des Lichtes vor meinen Untersuchungen im intensiven Licht gar nicht in Frage gekommen.

Aber die Steigerung der Sauerstoffaufnahme durch die Beleuchtung kann schon nach den gegenwärtigen Anschauungen kaum die einzige photochemische Wirkung der Lichtstrahlung auf die Pflanze sein. Vielmehr hat man bisher den entgegengesetzten Vorgang, die Sauerstoffabgabe grüner Gewebe im Lichte, ja als den eigentlichen, und sogar als den einzigen chemischen Lichteffect in der Pflanze bezeichnet.

Da diese Abgabe von Sauerstoff, welche bei den gasanalytischen Untersuchungen als Lichteffect auf die grünen Gewebe zur Erscheinung kommt, nachweislich immer mit der Aufnahme von Kohlensäure verknüpft ist, so hat man sich gewöhnt, den hierbei stattfindenden Vorgang als eine Dissociation der Kohlensäure durch Licht zu deuten.

Es wird aber jetzt wohl allgemein zugegeben, dass diese Auffassung zwar dem Endergebnisse des Gaswechsels entspricht, dass aber die gasanalytischen Untersuchungen allein hierüber keinen Aufschluss bringen, da ja die verschiedensten intermediären Processe zwischen der Aufnahme der Kohlensäure und der Abgabe von Sauerstoff denkbar sind.

Es frägt sich somit auch hier, welcher primäre Lichteffect in der Zelle schliesslich zur Sauerstoffabgabe führt, und ob derselbe nicht etwa — was an sich nicht undenkbar wäre — mit der hier nachgewiesenen Oxydation im Lichte zusammenfällt.

Unter den bisherigen Versuchen, welche nach der gasanalytischen Methode ausgeführt sind, treten dieser Frage nur die wenigen näher, welche die Unabhängigkeit der Kohlenstoffassimilation von der Athmung nachweisen wollen, und unter diesen verdienen vor allen Anderen und in erster Linie die musterhaften Versuche von Boussingault Berücksichtigung[1]), welche sich auf die Sauerstoffabgabe grüner Gewebe in sauerstofffreien, kohlensäurehaltigen Gasgemengen beziehen.

---

[1]) Étude sur les fonctions des feuilles. Ann. de Chimie et de Physique IVème Série. Tome XIII (1868) und Comptes rendus Vol. 60 und 61.

Darf man die Bedenken in Bezug auf den völligen Abschluss von Sauerstoff und die absolute Unterdrückung der Athmung, die auch diesen Versuchen noch anhaften, fallen lassen, so gestatten sie allerdings den Schluss, dass Kohlenstoffassimilation und Sauerstoffabgabe in den grünen Geweben auch bei unterdrückter Athmung stattfinden können. Hieraus würde sich dann mit Nothwendigkeit ergeben, dass noch ein zweiter, von der Sauerstoffaufnahme im Licht unabhängiger, chemischer Lichteffect auf die Pflanzensubstanz existirt, welcher in einer unmittelbaren Beziehung der Lichtwirkung zur Aufnahme und Assimilation der Kohlensäure durch die Zelle bestehen müsse.

Ich kann aus der Reihe meiner Untersuchungen an belichteten Zellen, die ich in reiner Kohlensäure und in Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff ausgeführt habe, Beobachtungen mittheilen, welche für diese Vorstellung sprechen und in directer Weise den Einfluss des Lichtes auf die Absorption der Kohlensäure durch die Zelle zur Anschauung bringen.

Diese müssen, obgleich sie nach dieser Richtung hin noch nicht völlig abschlussreif sind, hier schon deshalb erwähnt werden, weil sie zugleich über das Verhalten von Zellen bei Insolation in Kohlensäure und kohlensäurehaltigen Gasgemengen Auskunft geben.

Die Schädlichkeit der Kohlensäure für die Entwickelung der Pflanzen, wenn diese in reiner Kohlensäure oder in einer Atmosphäre mit höherem Kohlensäuregehalt vegetiren, ist seit Saussure bekannt. Dann hat Kühne[1]) bei seinen Untersuchungen über die Abhängigkeit der Bewegungen des Protoplasma vom Sauerstoff gezeigt, dass auch die Bewegungserscheinungen im vegetabilischen Protoplasma — die der Myxomyceten und die in den Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia virginica* — durch Aufenthalt der Pflanzen in Kohlensäure zum Stillstand gebracht werden können. Diese Schädlichkeit der Kohlensäure auf die Pflanze beruht offenbar nicht bloss auf der Unterdrückung der Athmung in der irrespirablen Atmosphäre, sondern auf einer positiv schädlichen Einwirkung derselben auf das Protoplasma, und man kann sich hiervon leicht durch die Unterbrechung der Kohlensäurewirkung vor eingetretenem Tode des Versuchsobjectes und ferner auch durch die specifischen Veränderungen überzeugen, die das strömende Proto-

[1]) Untersuchungen über das Protoplasma. Leipzig 1864.

plasma einer Nitellazelle unter dem Einflusse der Kohlensäure e leidet.

Leitet man durch die mikroskopische Gaskammer, in welch ein Stück eines Nitellasprosses, wie gewöhnlich, hängend i Tropfen am Deckglase, beobachtet wird, einen ununterbroche Strom von reiner Kohlensäure hindurch, so lässt sich leicht d Zeitpunkt fixiren, bei welchem die Bewegung des Protoplasma z Stillstand kommt.

Die Zeitdauer hängt zwar von dem Entwickelungszustande d beobachteten Zelle ab, schwankt aber doch im Ganzen nur in g ringen, leicht zu bestimmenden Grenzen.

Der bewegungslose Zustand, in welchen das Protoplasma g räth — die Kohlensäurestarre — kann in den ersten Stadien d Kohlensäurewirkung noch leicht wieder aufgehoben werden, u man sieht die Bewegungsfähigkeit des Protoplasma fast momen oder doch in kürzester Zeit wiederkehren, wenn der Kohlensäu strom unterbrochen und die Kohlensäure durch ein unschädlich Gas oder Gasgemenge ersetzt wird.

Nun geschieht dies aber — und dies ist von besonderem Int esse — auch ohne Zufuhr von Sauerstoff, nämlich auch dan wenn der Kohlensäurestrom durch einen Strom eines indifferen ten, wenn auch irrespirablen Gases, z. B. durch einen Stro von Wasserstoff ersetzt wird, was ja leicht ohne Öffnen der Ga kammer geschehen kann, und ohne dass gleichzeitig Sauerstoff a zutreten vermag.

Die Starre des Protoplasma, die in Kohlensäure eintritt, i daher, da sie durch Wasserstoff aufgehoben werden kann, nic dem Mangel von Sauerstoff zuzuschreiben, sondern wird durch ei positiv schädliche Wirkung der Kohlensäure auf das Protoplasm hervorgerufen.

Ferner sieht man nach längerer Dauer der Kohlensäurewirkun wenn dieselbe noch vor dem Tode der Zelle unterbrochen wird und diese sich daher später wieder erholen kann, nachträglich i strömenden Protoplasma überaus häufig eigenthümliche, isolirt mehr oder weniger rundliche Plasmaballen (*a. a.* Fig. 8) auftreten, di sich von dem zusammenhängenden Plasmastrome abgetrennt habe und nunmehr, so lange die Zelle besteht, ohne wieder mit dem selben zusammenzufliessen, sich als selbständige Plasmakugeln mi und in dem Strome fortbewegen. Bei der Häufigkeit ihres Vor-

kommens unter Einfluss der Kohlensäure können sie als charakteristische Merkmale einer Kohlensäurewirkung auf das Protoplasma gelten.

Endlich geht die Kohlensäurestarre aber bei anhaltender, ununterbrochener Wirkung der Kohlensäure in Kohlensäuretod über und auch die Zeit, bis zu welcher in einem Strome von reiner Kohlensäure der Tod eintritt, lässt sich mit genügender Genauigkeit für die untersuchten Zellen feststellen.

Wenn nun, wie es die gasanalytischen Versuche von Boussingault zum Mindesten wahrscheinlich machen, das Licht wirklich einen directen Einfluss auf die Kohlenstoffassimilation ausübt, so muss, wie man vermuthen darf, dieser Einfluss sich auch bei dem Eintritt der Kohlensäurestarre und des Kohlensäuretodes geltend machen.

Die vergleichenden Untersuchungen, die ich über diesen Punkt bisher mit belichteten und nicht belichteten Zellen im Kohlensäurestrome angestellt habe, gestatten nun zwar noch keine sicheren Zahlenangaben, da hierbei verschiedene Nebenumstände eintreten, welche das Resultat compliciren und verschleiern, und ich behalte mir deshalb hierüber noch genauere Mittheilungen vor; nichtsdestoweniger erlauben sie schon den Schluss, dass ein solcher Einfluss vorhanden ist.

Es scheint durchweg Kohlensäurestarre und Kohlensäuretod bei starker Beleuchtung früher einzutreten, als im Finstern, und die Temperatur erscheint hierbei ohne wesentlichen Einfluss.

Man kann daher im concentrirten Sonnenlichte in reiner Kohlensäure eine Nitellazelle auch ohne Gegenwart von Sauerstoff in kurzer Zeit und unter Umständen tödten, unter welchen auch der Wärmetod der Zelle ausgeschlossen ist.

Der Tod erfolgt dann unter dem Einflusse der Kohlensäure durch dieselben Veränderungen, die wir im Zellinhalte auch wahrnehmen, wenn die Zelle im Finstern durch eine längere Aussetzung in der Kohlensäure getödtet wird. Die intensive Beleuchtung beschleunigt nur die Wirkung, und die im intensiven Licht und Kohlensäure getödtete Zelle zeigt daher nur (Fig. 9) die gewöhnlichen Erscheinungen der durch Kohlensäure im Finstern getödteten Zellen: Plasmastarre und Contraction des Zellinhaltes ohne die geringsten sichtbaren Veränderungen in der Beschaffenheit und der Farbe der Chlorophyllkörper.

In Gasgemengen, welche aus einer Mischung von Kohlensäure und Wasserstoff bestehen, hängen nun die Erscheinungen, welche im intensiven Lichte eintreten (Fig. 8) von dem relativen Verhältniss beider Gasarten im Gemenge ab.

Bei grossem Kohlensäuregehalt treten die schädlichen Wirkungen, wie in reiner Kohlensäure ein. Bei geringerem Kohlensäuregehalt macht sich die schädliche Wirkung der Kohlensäure nicht bemerkbar, oder es kommt doch in der kurzen Zeit der Versuche nur bis zur Kohlensäurestarre und bis zum Auftreten der früher beschriebenen, isolirten Plasmaballen (*a. a.* Fig. 8), welche die Merkmale der Kohlensäurewirkung sind.

Niemals treten, wie ich dies schon in meiner Abhandlung über Lichtwirkung und Chlorophyllfunction mitgetheilt habe, in Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff bei den Versuchen in den Sonnenbildern jene tief eingreifenden Zerstörungen ein, welche ich als Sauerstoffwirkungen im Lichte nachwies und auch hier in Zelle *C* Fig. 1 veranschaulicht habe.

Dieser Umstand bedarf noch einer weiteren kurzen Darlegung. Nach der Insolation in Kohlensäure und Wasserstoff bleibt die Zelle, vorausgesetzt immer, dass kein schädlicher Wärmeeffect eingetreten ist, in ihren Lebensfunctionen völlig intact zurück; ganz ebenso, als wenn sie in reinem Wasserstoff dem intensiven Lichte ausgesetzt worden wäre. Sie lebt nicht nur ungestört weiter, sondern führt auch ihre physiologischen Functionen in normaler Weise fort. Namentlich habe ich mich durch besondere, directe Versuche noch eigens davon überzeugt, dass die belichtete Zelle später auch noch in normaler Weise Kohlensäure assimilirt.

Man kann dies am einfachsten, leicht und bequem, nachweisen, wenn man die Präparate nach der Insolation in Lösungen von saurem kohlensauren Kalk legt.

Unter Ausscheidung von Gasblasen schlägt sich dann der kohlensaure Kalk im Lichte in Form von mikroskopischen, leicht kenntlichen, krystallinischen Concretionen äusserlich auf der Wand der Zelle nieder, als Beweis, dass die Zelle der Flüssigkeit im Lichte Kohlensäure entzogen hat[1]).

---

[1]) Durch eine besondere Reihe höchst einfacher Versuche, über die ich mir vorbehalte später genauer zu berichten, lässt sich leicht zeigen, dass der Niederschlag von kohlensaurem Kalk, welcher so häufig unsere Wasserpflanzen

Das Verhalten der in Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff insolirten Zelle nach der Insolation zeigt demnach gerade so, wie das der im reinen Wasserstoff insolirten Zellen, dass die Zelle durch die Insolation und während derselben ihre Functionen nicht verloren hat.

Man ist somit auch zu der Annahme berechtigt, dass die Zelle während des Versuches Sauerstoff abgiebt, unter der Voraussetzung nämlich, dass die oben angeführten Versuche von Boussingault über Sauerstoffabgabe von Pflanzen in Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff als vollkommen vorwurfsfrei zu betrachten sind und daher schon an sich den Beweis liefern, dass die Assimilation des Kohlenstoffes in der That unabhängig von der Athmung besteht.

Allein eine quantitative Bestimmung der unter diesen Umständen möglichen Intensität der Assimilation zeigt schon, wenn man jene Versuche von Boussingault über die Grösse der Sauerstoffabgabe unter diesen Verhältnissen hier zu Grunde legt, dass in meinen Insolationsversuchen, bei der geringen Grösse der beleuchteten Fläche und bei der kurzen Dauer der Versuchszeit, nur äusserst geringe Spuren von freiem Sauerstoff von der beleuchteten Zelle gebildet werden können; und diese werden ihr überdies, was gleichfalls zu beachten ist, noch fortwährend durch den ununterbrochenen Strom von Kohlensäure und Wasserstoff, so wie sie entstehen, wieder entzogen und fortgeführt. Es können daher auch nur äusserst schwache Spuren von Sauerstoffwirkungen in den Ver-

---

bekleidet, in der That eine causale Folge der Assimilation ist. Man kann denselben in wenigen Stunden beliebig hervorrufen und schrittweise unter dem Mikroskope beobachten, wie der Panzer von kohlensaurem Kalk allmälich entsteht und sich verbreitet, wenn man die betreffenden Pflanzen, Charen, Nitellen, Conferven, Moose, verschiedene Phanerogamen, Wasserpflanzen namentlich etc. auf Objectträgern in Lösungen von sog. saurem kohlensauren Kalk bringt. Die bekleidenden Niederschläge von kohlensaurem Kalk entstehen bei solchen Versuchen, wenn Verdunstung und Diffusion der Kohlensäure verhindert sind, nur im Lichte, nicht im Finstern, im Lichte aber entstehen sie immer unter gleichzeitiger Ausscheidung von Sauerstoffblasen. Man darf daher umgekehrt die Entstehung der Niederschläge im Lichte, wie ich es oben im Texte gethan habe, als Probe und Beweis für die Assimilation benutzen.

suchen auftreten, und auch diese nur unter günstigen Umständen und bei längerer Dauer der Versuche.

Dies erklärt, warum die insolirten Zellen bei meinen Versuchen in Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff gewöhnlich und der Regel nach ebenso intact aus dem Versuche hervorgehen, wie aus den Versuchen in dem indifferenten, nicht assimilirbaren Wasserstoff.

Nun aber entstehen in der That in selteneren Fällen bei der Insolation in Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff, namentlich wenn die Insolation länger andauert, an der Insolationsstelle jene geringen Störungen in der Anordnung der Chlorophyllkörper, die ich in anderen Fällen, bei vorhandenem freien Sauerstoff, als die ersten Spuren einer Sauerstoffwirkung im Lichte habe nachweisen können (*b.* Fig. 3 und 6).

Die Verrückung der Chlorophyllkörper aus ihren normalen Reihen ist freilich auch dann gewöhnlich nur schwach angedeutet und zeigt sich nur an wenigen Chlorophyllkörpern in der Mitte der Insolationsstelle. Sie ist daher schwer zu erkennen, wenn man nicht absichtlich nach ihr sucht; allein schon nach Tagen, hin und wieder auch erst nach Wochen, sieht man in diesen Fällen als Beweis, dass hier durch die längere Insolation doch eine Wirkung auf das wandständige Protoplasma stattgefunden hat, an der belichteten Stelle einen nackten Fleck von geringem Umfange (Fig. 13) auftreten, der auch hier in der auf S. 518 beschriebenen Weise entsteht.

Da diese Erscheinung somit den Anfängen schädlicher Sauerstoffwirkung im Lichte entspricht, so bin ich geneigt anzunehmen, dass in den betreffenden Fällen durch kräftige Assimilation sich Mengen von Sauerstoff entwickeln konnten, welche für die Hervorrufung der Sauerstoffreaction auf das Protoplasma schon genügten.

Beliebig und constant lässt sich jedoch diese Reaction bei der Insolation in Gemengen von Kohlensäure und Wasserstoff nicht hervorrufen, was wie gesagt vielleicht von der Assimilationsenergie der belichteten Zelle abhängen mag. Der gewöhnliche Fall ist immer der, dass die Zellen bei der Insolation in Gemengen von Wasserstoff mit sehr wenig Kohlensäure intact aus dem Versuche hervorgehen, wenn keine schädliche Erwärmung stattgefunden hat.

Es mag daher dieses Verhalten vorläufig auch nur als eine bedingte Bestätigung der Annahme gelten, dass die Kohlenstoffassimi-

lation im intensiven Lichte, unabhängig von der Athmung, durch einen besonderen photochemischen Lichteffect auf das Protoplasma zu Stande kommt.

Von weiteren Abänderungen der Insolationsversuche, die ja nahe liegen, kann ich hier absehen. Die bereits mitgetheilten in atmosphärischer Luft, in Wasserstoff, in reiner Kohlensäure und in Gemengen von Wasserstoff und Kohlensäure genügen für den Zweck des vorliegenden Aufsatzes, denn sie legen bereits die primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation offen dar und weisen deren constante Beziehungen zu dem Verhältniss der Pflanze zur Atmosphäre nach.

Sie zeigen durch die unmittelbaren Vorgänge in der beleuchteten Zelle, dass neben thermischen direct nachweisbare photochemische Effecte der Strahlung auf die Vegetation bestehen. Diese letzteren kann man als Lichtwirkungen im engeren Sinne bezeichnen. Es sind dies die Wirkungen, welche allein oder doch wesentlich die Erscheinungen hervorrufen, die man gewöhnlich im Auge hat, wenn man von Lichtwirkung auf die Pflanze im Gegensatze zur Wärmewirkung redet.

Zugleich aber zeigen meine Untersuchungen, dass diese Lichtwirkungen im engeren Sinne im Gegensatze zum Wärmeeffect der Strahlung nicht unmittelbare, vom Medium unabhängige Veränderungen im Protoplasma der Zelle hervorrufen, sondern nur das Verhältniss der Zelle zu den beiden für die Pflanze unentbehrlichen Bestandtheilen der Atmosphäre, zum Sauerstoff und zur Kohlensäure, berühren. Das heisst mit anderen Worten, die photochemischen Wirkungen der Strahlung bestimmen und verändern nur die Grösse des Absorptionscoefficienten der Zelle für Sauerstoff und Kohlensäure.

Man kann daher sagen, dass die leuchtenden Strahlen, wenn man sie ihres Wärmeeffectes entkleidet, oder vielmehr diesen unwirksam macht und aufhebt, auf das Protoplasma der Zelle völlig wirkungslos sind, sofern nicht freier Sauerstoff oder Kohlensäure sich in der Umgebung der Zelle befindet.

Dies beweisen die Insolationen in indifferenten Gasen, wie z.B. im Wasserstoff, mit Evidenz.

Die volle und richtige Würdigung dieses Verhältnisses scheint mir geeignet zur Klärung der verbreiteten Vorstellungen über die Lichtwirkung auf die Vegetation beizutragen, zugleich aber auch die

Bedeutung der Pflanzenfarben, d. h. ihre physiologische Function sie im Gaswechsel der Pflanze erfüllen, aufzuhellen.

Denn, wie ich bereits an anderer Stelle[1]) nachzuweisen be war, müssen nothwendig die photochemischen, von den leuchte Strahlen abhängigen Wirkungen des Lichtes in den Pflanzenfa die einen Theil der leuchtenden Strahlen absorbiren und abh die natürlichen Regulatoren für die Grösse ihres Effectes find

Bei allen vom Lichte abhängigen Erscheinungen des Pfla lebens kommen nun neben den thermischen, als Lichtwirkunge engeren Sinne, nur die hier besprochenen, photochemischen Wi gen der leuchtenden Strahlen in Betracht, welche in ihrer Äuss nichts Anderes sind, als Intensitätsänderungen der Sauerstoff- Kohlensäureaufnahme der Pflanze.

Ihre Effecte in der Zelle werden erkennbar an denjenigen standtheilen der Zelle, die ich als lichtempfindliche nachw

Bisher hat man, soweit chemische Wirkungen des Licht Betracht kommen, nur an das Verhältniss der Lichtwirkung Kohlenstoffassimilation gedacht.

Die vom Lichte abhängige Intensität der Sauerstoffaufn spielt aber hier eine maassgebende Rolle, zumal sie es vors weise ist, die in dem Chlorophyllfarbstoff ihren Regulator find

Die Aufgabe der Einzelforschung muss daher sein, die an Pflanzen im Grossen wahrgenommenen Lichtwirkungen nicht nach ihrer äusseren Erscheinung, sondern nach ihren prim thermischen und photochemischen, Effecten zu zergliedern und Bedeutung, welche hierbei der besonderen Farbe der Theile kommt, näher zu bestimmen.

Dies gilt nun aber nicht bloss für die dem Lichteinfluss unt liegenden Vorgänge, die man bisher ohne jede weitergehende Unt scheidung nur allgemein als Wirkungen des Lichtes auf den Sto wechsel und das Wachsthum ansah — mit Einschluss natürli der heliotropischen Erscheinungen —, sondern ebenso auch für d sogenannten mechanischen Wirkungen des Lichtes.

Eine directe mechanische Wirkung der Strahlung auf das Pro plasma könnte man höchstens bei der durch thermische Effec

[1]) Untersuchungen über das Chlorophyll, dritte Abtheilung. Monat berichte vom Juli 1879; und Untersuchungen über Lichtwirkung und Chlor phyllfunction in der Pflanze. Leipzig, bei Engelmann, 1881.

hervorgerufenen Störung der Bewegung — bei der Wärmestarre — annehmen. Aber diese Wärmeeffecte sind ja bei der Betrachtung der Lichtwirkungen im engeren Sinne stets ausgenommen.

Andere als thermische und photochemische Effecte des Lichtes sind bei der Pflanze nicht nachweisbar. Im Wasserstoff sehen wir im intensivsten Lichte jeder Farbe bei Ausschluss der thermischen Effecte die Bewegungserscheinungen in der Zelle völlig ungestört fortbestehen und verlaufen; die leuchtenden Strahlen zeigen daher, wenn ihr Wärmeeffect ausser Wirksamkeit gesetzt wird, an sich keinen mechanischen Effect auf die Bewegung; sie sind eben wirkungslos. Ganz anders, sobald Sauerstoff hinzutritt; dann erfolgt sofort oder in kürzester Frist eine Hemmung und Störung der Bewegung. Sie ist sichtlich mit einer Veränderung der Consistenz im Protoplasma oder des Zustandes seiner Zähigkeit verbunden, und diese ist offenbar die Folge der Oxydationen im Protoplasma, die unter der photochemischen Action der Strahlung stattfinden.

Hierin liegt der Schlüssel für die Erklärung der sogenannten mechanischen Wirkungen des Lichtes.

Soweit sie nicht von thermischen Effecten der Strahlung abhängen, werden sie durch die Intensitätsänderungen der Gasabsorption und Gasdiffusion veranlasst, welche unter dem Einflusse der photochemischen Wirkung des Lichtes stehen.

Für die Bewegungserscheinungen in dem Protoplasma der Zellen, aus denen die Stellungs- und Lageveränderungen der Körper im Protoplasma folgen, wird dies schon durch die unmittelbare Beobachtung veranschaulicht.

Die Geschwindigkeit, mit welcher jene Inhaltskörper im Protoplasma fortgeführt werden, hängt von der Consistenz desselben, oder, wie man sagen kann, von seiner Wegsamkeit ab. Diese aber ist an jedem Punkte des zusammenhängenden Protoplasmaleibes der Zelle eine Function der an diesem Punkte bestehenden Intensität der Sauerstoffaufnahme und der Temperatur.

Wenn durch eine einseitige oder partielle Beleuchtung eines Theiles der Zelle die Temperatur, oder die Grösse der Sauerstoffaufnahme, oder Beides an den verschiedenen Stellen des Protoplasmaleibes eine ungleiche wird, dann wird nothwendig, wie es die Insolationsversuche zeigen, auch die Bewegung sofort eine unregelmässige; ihre Geschwindigkeit ändert sich an der belichteten

Stelle und so wird sie an verschiedenen Stellen der Zelle eine verschiedene.

Hiernach bestimmt sich dann selbstverständlich die Anordnung und die Vertheilung der an sich unbeweglichen Bestandtheile des Protoplasma, z. B. der Chlorophyllkörper, die sich nothwendig an den Orten ansammeln müssen, wo aus den obigen Gründen die geringere Wegsamkeit des Protoplasma der Bewegung des in sich zurückkehrenden Kreisstromes ein grösseres Hinderniss setzt.

Hierauf lassen sich die bei wechselnder Beleuchtung in den Zellen beobachteten Bewegungen leicht und verständlich zurückführen.

In gleicher Weise erklären sich aber aus den Intensitätsänderungen des Gaswechsels auch die Wirkungen des Lichtes auf die freien Bewegungen der Schwärmsporen, oder vielmehr der Einfluss, den die Beleuchtung, d. h. die Richtung des einfallenden Lichtstrahles auf die Richtung und Lage ihrer Achse gewinnt.

Die Analogien, welche die Schwärmsporen der Tallophyten mit den niedersten Thierformen, Amöben, Flagellaten u. s. w., aufweisen, verführen die Beobachter immer wieder, die Lichtwirkungen auf die Schwärmsporen wie Reize auf ein contractiles Protoplasma aufzufassen, und die mechanischen Effecte derselben den vitalen Reizbewegungen der thierischen Muskelsubstanz an die Seite zu stellen.

Selbst die neueste Literatur ist in der Auffassung und im Ausdrucke der Erscheinung nicht frei von dieser falschen Anwendung vorhandener Analogien.

Es ist aber nicht schwer, das nothwendige Zusammenfallen der Richtung der Sporenachse mit der Richtung des einfallenden Lichtstrahles auf rein mechanische Ursachen zurückzuführen.

Dass die Bewegung der Schwärmsporen durch die Contractilität ihrer Cilien erfolgt, ist zum Mindesten eine unerwiesene Hypothese.

Näher liegt es, dieselbe von den Diffusionsvorgängen abzuleiten, die an der Oberfläche der Schwärmspore wirksam sind.

Abgesehen von zufälligen und unwesentlichen Hindernissen, halten die Schwärmsporen bekanntlich bei unveränderter Beleuchtung stets eine constante Richtung ihrer Längsachse in der Bewegung fest.

Bei dem gewöhnlichen, eiförmigen und symmetrischen Bau der

wärmspore fällt die Richtung der Bewegung ausnahmlos in die
tung der Längsachse.

Die Bewegung in der Richtung der Längsachse muss daher
nothwendige Folge der Anordnung, Grösse und Richtung der
egungskräfte an der Spore sein.

Gehen wir hiervon aus und denken wir uns die Bewegungs-
te an der Oberfläche des symmetrischen und frei schwimmen-
Rotationskörpers — den die Spore vorstellt — als senkrechte
oder Druckkräfte wirksam, so wird ihre Resultante nur dann,
ie es geschieht, in die Rotationsachse fallen können, wenn
nigen Kräfte, welche an den zur Rotationsachse symmetrisch
genen Flächenelementen wirksam sind, durchweg gleiche Werthe
räsentiren, d. h. gleich gross sind.

Dieses Verhältniss entspricht vollkommen den bei der Spore
ndenden Diffusionsvorgängen.

Die bei der Athmung und Assimilation an ihrer Oberfläche
retenden und austretenden Gasströme stellen Kräfte dar, die
recht zur Oberfläche der Schwärmspore wirksam und zugleich
en zur Rotationsachse symmetrisch gelegenen Punkten als gleich
s angenommen werden dürfen. Offenbar wirken aber diejenigen
ströme, die an der vorderen Hälfte der Spore ein- und aus-
n, in ihrem mechanischen Moment den Gasströmen der hinte-
Fläche entgegen.

Wäre die Resultirende der Gasströme der einen Hälfte ebenso
s, wie die der anderen — was bei functioneller Gleichheit bei-
Hälften eintreten müsste —, so wäre Gleichgewicht und Ruhe
anden und die Spore würde sich trotz Athmung und Assimi-
on nicht bewegen.

Die Erfahrung zeigt, dass dies nicht der Fall ist, und dass
er die Gasströme der einen Hälfte in ihrer Gesammtwirkung
der anderen Hälfte übertreffen müssen, wie dies schon in Folge
r bekannten anatomischen Abweichung im Bau des vorderen Endes
r Spore sich von vornherein als das nothwendige Resultat der
schiedenen Athmungs- und Assimilationsenergie der vorderen und
teren Hälfte der Spore erschliessen lässt.

Der Einfluss des Lichtes auf die Bewegung, der den eigent-
chen Gegenstand unserer Untersuchung bildet, macht sich nun,
ie die Versuche zeigen, dadurch geltend, dass die Spore ihre
chse in die Richtung des einfallenden Lichtstrahles einstellt.

Es ist aber schon oben bemerkt, dass die constante Richtung der Bewegung in der Richtung der Rotationsachse ganz allein durch den Umstand bestimmt und festgehalten wird, dass die Kräfte, die an je zwei symmetrisch zur Rotationsachse gelegenen Flächenelementen wirksam sind, — d. h. die Intensitäten der hier ein- und austretenden Gasströme — gleich gross bleiben, denn nur, wenn diese gleich sind, fällt ihre Resultante in die Achse der Spore und die Richtung der Bewegung in die Richtung der Achse.

Die plötzlichen Bewegungen, welche die Schwärmsporen bei einseitiger Beleuchtung, oder bei nicht allseitig gleichbleibender Beleuchtung ausführen, erklären sich daher auch hier leicht und in einfacher Weise aus den Änderungen, welche die Athmungs- und Assimilationsgrösse bei wechselnder Beleuchtung erfährt.

Wird, wie dies ja bei einer ungleichartigen Beleuchtung der Schwärmspore immer eintreten muss, ein Flächenelement der Oberfläche auf der einen Seite der Schwärmspore stärker vom Lichte getroffen, als das ihm symmetrisch gelegene Flächenelement auf der anderen Seite der Schwärmspore, so sind die an diesen beiden Punkten ihrer Oberfläche ein- und austretenden Gasströme nicht mehr gleich und ihre Resultante fällt daher auch nicht mehr in die Richtung der Längsachse der Spore.

Dies muss sofort eine Drehung der Sporenachse und eine neue Lage derselben hervorrufen, bei welcher wieder neue symmetrische Flächenelemente ungleich beleuchtet werden. Die Drehung der Achse muss sich daher so lange fortsetzen und die Sporenachse kann nicht eher eine constante Lage annehmen, bis sämmtliche, symmetrisch gelegenen Punkte der Oberfläche gleich stark vom Lichte beleuchtet werden.

Dies ist aber nur der Fall, wenn die Richtung der Rotationsachse der Spore mit der Richtung des einfallenden Lichtstrahles zusammenfällt.

Die experimentellen Erfahrungen über die Bewegung der Schwärmsporen bei Beleuchtungsänderungen stehen mit dieser Darlegung in voller Übereinstimmung und man begreift so, dass die Spore bei veränderter Beleuchtung nothwendig ihre Bewegungsaxe so lange drehen muss, bis sämmtliche zur Achse symmetrische Punkte ihrer Oberfläche wieder gleich intensiv beleuchtet sind.

Hierbei ist es an sich unbestimmt ob die Spore sich dem einfallenden Lichte ZU- oder von demselben FORT-bewegt. Der Theo-

auch ist Beides möglich und es hängt dies lediglich davon ab, die einzelne Spore von dem einseitig einfallenden Lichtstrahl, die ungleiche Beleuchtung ihrer Flächen bewirkt, zuerst an vorderen oder an ihrer hinteren Fläche getroffen wird.

Durch einfache geometrische Constructionen, die ich an dieser nicht erst auszuführen brauche, lassen sich die hier beschrie- Verhältnisse bei der Bewegung der Schwärmsporen leicht chaulichen.

Auch diese mechanischen Wirkungen des Lichtes sind daher, alle Lichtwirkungen im engeren Sinne, nichts Anderes als Intensitätsänderungen der Athmung und Assimilation her- rufene Effecte.

Soll ich nun schliesslich noch kurz die Ergebnisse der vor- ten Untersuchungen zusammenfassen, so sind es die folgenden:

Die primären Wirkungen der Sonnenstrahlung auf die Vege- bestehen in thermischen und in photochemischen Effec- deren Einfluss an den einzelnen Bestandtheilen der getroffenen im intensiven Lichte direct erkennbar wird.

Die photochemischen Effecte beziehen sich ausschliess- auf das Verhältniss der Pflanze zum Sauerstoff und Kohlensäure der Atmosphäre; sie sind reine Intensitäts- ungen des Gaswechsels. Als solche sind sie sicher und voll- ig von mir nachgewiesen für die Sauerstoffaufnahme, weniger ständig für die Kohlensäureabsorption.

Andere als thermische und photochemische Wirkun- des Lichtes sind an der Pflanze nicht nachweisbar.

Alle Wirkungen des Lichtes auf die Erscheinungen des Pflan- lebens — nicht bloss die auf das Wachsthum und den Stoffwech- sondern auch die sogenannten mechanischen und vitalen Reiz- egungen des Lichtes — lassen sich leicht auf rein thermische photochemische Effecte zurückführen. Allein ihre genauere ntnisse verlangt ein specielles Eingehen auf das Verhalten der htempfindlichen — d. h. photochemisch erregbaren — standtheile der Zellen, deren Nachweis und Unterscheidung von nicht photochemisch erregbaren ich in meiner bereits mehrfach rten Abhandlung über Chlorophyllfunction und Lichtwirkung zu ben versucht habe.

Erklärung der Tafel.

Die Figuren auf dieser Tafel sind von meinem gegen
ten, Hrn. Dr. Tschirch, der mich auch bei den bet
chungen mit grossem Eifer unterstützt hat, nach meinen
führt worden.

Alle Figuren dieser Tafel beziehen sich auf Nitella
die Versuche sind sämmtlich in concentrirten Sonnenbilder
grünen Farbe ausgeführt worden, deren Spectra nur de
des Sonnenspectrums enthielten.

Fig. 1. Stück eines Sprosses, welches in der Gaskammer
mittelbar auf einander folgenden Versuchen (*A.*
ben grünen, concentrirten Sonnenbilde bei ungeö
mer benutzt wurde.

Im Versuche *A* dauerte die Insolation 2—3
der Gaskammer befand sich atmosphärische Luft.

Im Versuche *B* dauerte die Insolation 20 Min
die Gaskammer wurde ein Strom von reinem Was

Im Versuche *C* endlich dauerte die Insolation
und in der Gaskammer befand sich wieder atmosph

Fig. 2 u. 3 stellen die insolirten Theile aus dem Versuche
kerer Vergrösserung, einen Tag nach dem Versuche.
Versuche nach oben liegende, dem Beobachter
che der Zellen; Fig. 3 die dem einfallenden Lich
zugekehrte Fläche derselben Zellen. Hier hat
kurzen Insolation Zerstörung der Hautschicht und i
Verrückung der Chlorophyllkörper aus ihren Reihen

Fig. 4. 5. 6 stellen 2 Zellen (*a. b*) eines andern Präparates
Insolation von 1—1½ Minuten in atmosphärischer

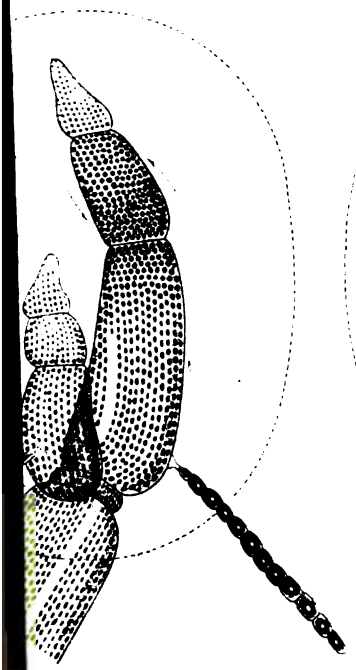
Fig. 4 zeigt die Zellen kurz nach der Insolation,
stande, in welchem ihre Ober- und Unterseite noch k
aufweist.

Fig. 5 u. 6 zeigen die beiden Seiten derselben Zell
den später und zwar zeigt Fig. 5 wieder die dem
Fig. 6 die dem einfallenden Lichte im Versuche zugekeh

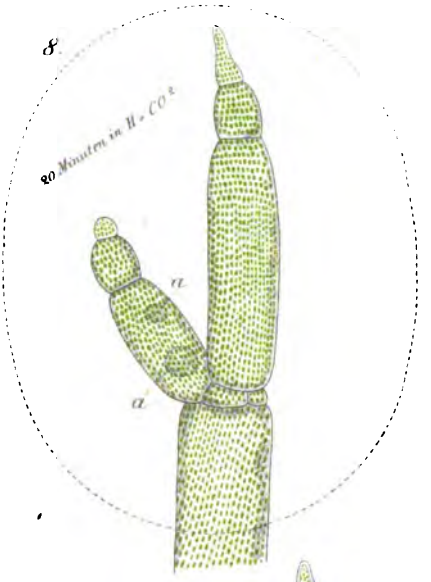
Fig. 7. Zellen 20 Minuten im Wasserstoff insolirt; mehrere Tag
Insolation.

Fig. 8. Ähnliche Zellen 20 Minuten in einem Gemenge von Wass
wenig Kohlensäure insolirt; mehrere Tage nach der Insol
durch die Kohlensäurewirkung veranlasste Plasmakugeln.

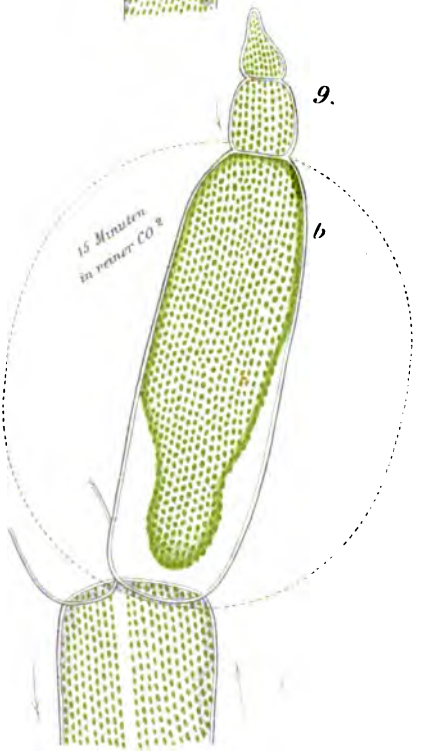
Fig. 9. Eine Zelle 15 Minuten in reiner Kohlensäure insolirt.



8.



9.



12.

9 Wochen
nach der Insolation.

Lith. von Lane.

g. 10. Ein längeres Internodium der Nitella an der Stelle bei a, 2 bis 3 Minuten in atmosphärischer Luft insolirt.

g. 11. Das insolirte Stück (a) aus der Fig. 10. 3 Tage nach der Insolation.

g. 12. Dasselbe insolirte Stück (a) aus der Fig. 10. 9 Wochen nach der Insolation.

g. 13. Insolationsstelle einer längeren Zelle von Nitella, 20 Minuten in einem Gemenge von Kohlensäure und Wasserstoff insolirt 4 Wochen nach der Insolation.

Hr. Kronecker las:

Zur Theorie der Elimination einer Variabeln aus zwei algebraischen Gleichungen.

In meinen der Akademie früher gemachten Mittheilungen[1]) über Sturm'sche Reihen, die zu zwei Functionen $f(x)$, $f_1(x)$ gehören, ist den Zielpunkten jener Untersuchungen gemäss die Voraussetzung festgehalten, dass die Wurzeln der Gleichung $f(x) = 0$ unter einander verschieden seien. Die Entwickelungen selbst bleiben aber im Wesentlichen, auch wenn die Voraussetzung fallen gelassen wird, bestehen; nur muss die Bedeutung der darin vorkommenden, a. a. O. mit s_λ bezeichneten Summenausdrücke

$$\sum_{(\xi)} \frac{\xi^\lambda}{f_1(\xi) f'(\xi)},$$

wenn Wurzeln ξ der Gleichung $f(x) = 0$ zusammenfallen, entsprechend modificirt werden, wie es schon von Jacobi in seiner Abhandlung im 30. Bande des Crelle'schen Journals S. 149 näher dargelegt worden ist. Indessen haben eben diese Grössen s_λ noch die anderweite Bedeutung als Coëfficienten einer Reihenentwickelung, da

$$\frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{k=0}^{k=\infty} s_k x^{-k-1}$$

wird, wenn man $f_1(x)$ als eine ganze Function niedrigsten Grades definirt, welche für alle Werthe von ξ die Bedingung $f_1(\xi) f_1(\xi) = 1$ erfüllt. Nimmt man diese Bedeutung der Grössen s_λ zum Ausgangspunkt, so hat man den Vortheil, dass jene Voraussetzung ungleicher Wurzeln dabei gar nicht in Frage kommt; doch muss alsdann

[1]) Monatsberichte vom Februar 1873 und vom Februar 1878.

$f_1(x)$ dadurch definirt werden, dass $f_1(x)f_1(x) - 1$ durch $f(x)$ theilbar sein, also eine Gleichung

$$f_1(x)f_1(x) - f(x)f(x) = 1$$

bestehen soll. Für den Fall, dass die zwei gegebenen Functionen von einem und demselben Grade n sind, müssen die beiden Entwickelungen

$$\frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{k=0}^{k=\infty} s_{k-1}x^{-k} \ , \ \frac{f(x)}{f_1(x)} = \sum_{k=0}^{k=\infty} s'_{k-1}x^{-k}$$

in den ersten $2n$ Gliedern mit einander übereinstimmen, da ihre Differenz gleich dem reciproken Werthe des Productes $f(x)f_1($ ist. Die Grössen $s_0, s_1, \ldots s_{2n-2}$ sind hiernach aus den Coëfficienten der Functionen $f(x)$ und $f_1(x)$ symmetrisch gebildet, und zwar sind sie, wenn

$$f_1(x) = a_0 + a_1x + \cdots a_nx^n \ , \ f(x) = b_0 + b_1x + \cdots + b_nx^n$$

ist, durch die $2n-2$ Gleichungen

$$\sum_{p=0}^{p=n} a_p s_{p+q} = 0 \ , \ \sum_{p=0}^{p=n} b_p s_{p+q} = 0 \qquad (q=0,1,\ldots n-$$

bestimmt und hiernach den in der Jacobi'schen Abhandlung in 15. Bande des Crelle'schen Journals (S. 101 ff.) mit $A_0, A_1, \ldots A_{n-}$ bezeichneten Grössen proportional, welche, wenn

$$A_{ik} = A_{i+k} \qquad (i,k=0,1,\ldots n-$$

gesetzt wird, die Adjungirten jener dort zuerst eingeführten Coëfficienten der Bézout'schen Function, d. h. der durch die Gleichung

$$f_1(x)f(y) - f(x)f_1(y) = (y-x)\sum_{i,k} \alpha_{ik}x^iy^k \qquad (i,k=0,1,\ldots n-$$

definirten Coëfficienten α_{ik} bilden. — An die Stelle der Grössen s treten, wenn $f_1(x)$ an Stelle von $f_1(x)$ genommen wird, die durch die Reihenentwickelung

$$\frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{k=0}^{k=\infty} c_{k-1}x^{-k}$$

definirten Coëfficienten c als die gegebenen Elemente für die Darstellung der bei der Elimination aus zwei Gleichungen $f(x) = 0$, $f_1(x) = 0$ vorkommenden ganzen Functionen von x, und die Grössen

erweisen sich hierfür, wie schon bei Jacobi die analogen Grössen A, weit geeigneter (vgl. Art. III am Schlusse), als die Coëfficienten der Bézout'schen Function, wenn sie auch den rein formalen Vorzug symmetrischer Zusammensetzung aus den Coëfficienten der beiden Functionen $f(x)$, $f_1(x)$ entbehren. Dass auch dieser Vorzug der Coëfficienten der Bézout'schen Function gewahrt wird, wenn man die mit den Grössen c auf gleicher Stufe stehenden Grössen s benutzt, ist schon oben erwähnt worden; überdies stehen die Grössen c selbst sowohl mit den Coëfficienten der Bézout'schen Function als auch mit deren Adjungirten s in sehr einfachem aus den Definitionsgleichungen unmittelbar sich ergebenden Zusammenhange (vgl. Art. XVIII).

Die Jacobi'schen Entwickelungen betreffend die Elimination einer Variabeln aus zwei Gleichungen (vgl. die citirte Abhandlung) knüpfen ebenso wie die oben erwähnten Entwickelungen, betreffend die Sturm'schen Reihen, an die Aufgabe an, zu zwei ganzen Functionen

$$f(x) \ , \ f_1(x)$$

von den Graden $n \ , \ n - n_1$ $(n > n_1)$

zwei Multiplicatoren $\Phi(x) \ , \ \Psi(x)$

zu bestimmen, für welche der Grad von

$$(f_1(x)\Psi(x) - f(x)\Phi(x))\Psi(x)$$

kleiner als n wird, so dass also, wenn, wie in meinen citirten früheren Mittheilungen

$$f_1(x)\Psi(x) - f(x)\Phi(x) = F(x)$$

gesetzt wird, die Summe der Grade von $F(x)$ und $\Psi(x)$ kleiner als n ist. Diese Aufgabe wird zunächst vollständig und ausnahmslos mit Hülfe der Kettenbruchsentwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ erledigt[1]). Aber man kann auch die Aufgabe in directer Weise behandeln, indem man die Coëfficienten der gesuchten drei Functionen F, Φ, Ψ den gestellten Bedingungen gemäss bestimmt. Bezeichnet ν den Grad von $\Psi(x)$, so muss der Grad von $\Phi(x)$ gleich $\nu - n_1$ sein, und in $f_1\Psi - f\Phi$ müssen die Coëfficienten derjenigen Potenzen von x, deren Grad

[1]) Siehe Art. I.

$$n-\nu\ ,\ n-\nu+1\ ,\ \ldots\ ,\ n-n_1+\nu$$

ist, gleich Null werden. Man erhält hierdurch $2\nu-n_1+1$ lineare homogene Gleichungen für die $2\nu-n_1+2$ Coëfficienten von $\Phi(x)$ und $\Psi(x)$, welche deren Verhältnisse ausnahmslos, d. h. für jedes beliebige System von Functionen $f(x)$, $f_1(x)$ und so vollständig als möglich bestimmen. In gewissen Fällen ist nämlich die Auflösung jener Gleichungen von einer solchen einfachen oder mehrfachen Unbestimmtheit, wie sie der Bestimmung von Grössen durch lineare homogene Gleichungen im Falle des Verschwindens von Unterdeterminanten der Natur der Sache nach anhaftet. In gewissen Fällen ergeben sich ferner für die Coëfficienten der höchsten Potenzen von x in $\Phi(x)$ und $\Psi(x)$ Nullwerthe als nothwendig, und die ursprüngliche Forderung, dass $\Psi(x)$ vom Grade ν sei, kann also nur in dem Sinne erfüllt werden, dass der wirkliche Grad nicht grösser als ν wird. Aber die nähere Charakterisirung dieser besonderen Fälle und der dabei vorkommenden Bestimmungsweisen für die Functionen $\Phi(x)$ und $\Psi(x)$ wird am einfachsten durch jene Methode dargelegt, welche sich auf die Kettenbruchsentwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ gründet.

Statt der Coëfficienten von $\Phi(x)$ und $\Psi(x)$ kann man die von $\Phi(x)$ und $F(x)$ oder auch die von $\Psi(x)$ und $F(x)$ als die zunächst zu bestimmenden Unbekannten ansehen. Enthält $f(x)$ den Factor $x-\xi_h$ z. B. m_h mal, so werden die Coëfficienten von $\Psi(x)$ und $F(x)$ durch die Bedingung definirt, dass in der Entwickelung von $f_1(x)\Psi(x)-F(x)$ nach steigenden Potenzen von $x-\xi_h$ die ersten m_h Glieder fehlen sollen. Für den Fall, dass jeder Linearfactor in $f(x)$ nur einfach enthalten ist, sind also die Coëfficienten von $\Psi(x)$ und $F(x)$, deren Gesammtzahl $n+1$ ist, durch die n Bedingungsgleichungen

$$f_1(\xi_h)\Psi(\xi_h)=F(\xi_h) \qquad (h=1,2,\ldots n)$$

bestimmt, auf deren Natur nachher etwas näher eingegangen werden soll[1]).

Man kann sich endlich darauf beschränken, die Coëfficienten einer einzigen der drei Functionen $F(x)$, $\Phi(x)$, $\Psi(x)$ als Unbekannte einzuführen[2]), und dabei gelangt man zur einfachsten Lösung, welche die Aufgabe — abgesehen von jener auf die Kettenbruchs-

[1]) Siehe Art. II.

[2]) Siehe Art. III.

entwickelung gegründeten Methode — überhaupt zulässt. Es ist hierbei gleichgültig, welche der drei Functionen als die zuerst zu bestimmende Function angesehen wird; denn wenn f_2 den Rest der Division von f durch f_1, negativ genommen, und g_1 den Quotienten bedeutet, so dass

$$f - g_1 f_1 + f_2 = 0$$

wird, so folgt aus

$$f_1 \Psi - f\Phi = F$$

die Gleichung

$$f_2\Phi - f_1(g_1\Phi - \Psi) = F,$$

in welcher die Function Φ die Rolle von Ψ übernommen hat; wenn ferner $\mathfrak{f}_1(x)$ dieselbe Bedeutung wie oben hat und demgemäss

$$\mathfrak{f}_1(x) f_1(x) = 1 + f(x)\mathfrak{f}(x)$$

wird, so entsteht die Gleichung

$$\mathfrak{f}_1 F - f(\mathfrak{f}\Psi - \mathfrak{f}_1\Phi) = \Psi$$

aus $f_1\Psi - f\Phi = F$, in welcher die Function F an die Stelle der Function Ψ und diese an die Stelle jener getreten ist. Hiernach genügt es darzulegen, wie sich die Functionen F, Φ, Ψ bestimmen, wenn die Coëfficienten von $\Psi(x)$ allein als Unbekannte eingeführt werden, und es ist der Hauptzweck der vorliegenden Mittheilung zu zeigen, dass man bei dieser Methode der Bestimmung der Coëfficienten von $\Psi(x)$ durch lineare Gleichungen zu einer ebenso vollständigen und ausnahmslosen Lösung jener Aufgabe gelangt wie bei derjenigen, welche sich auf die Kettenbruchsentwickelung stützt. Aber es soll diese letztere Methode, weil nachher daran anzuknüpfen sein wird, hier (im Art. I) nochmals übersichtlich dargelegt und auch (im Art. II) eine kurze Erörterung derjenigen Methode daran angeschlossen werden, bei welcher die Coëfficienten von $\Psi(x)$ und $F(x)$ zugleich als Unbekannte auftreten, und welche mit der Cauchy'schen Methode zur Bestimmung von $\frac{F(x)}{\Psi(x)}$ aus den n Werthen, welche dieser Bruch für die n Wurzeln der Gleichung $f(x) = 0$ annehmen soll, im Wesentlichen identisch ist.

Bevor ich aber dazu übergehe, habe ich noch auf eine neulich (am 7. Mai) von mir in den „Göttinger Nachrichten" veröffentlichte Notiz so wie ferner auf die interessante, im 90sten Bande des Journals für Mathematik erschienene Arbeit des Hrn. Frobenius zu verweisen, deren Inhalt mit dem Gegenstande der vorliegenden Mittheilung in genauer Beziehung steht, wenn auch darin andere Ziele verfolgt und andere Methoden benutzt sind.

I.

Bezeichnet man mit $N(g_1, g_2, \dots g_m)$ den Nenner des Kettenbruchs

$$\cfrac{1}{g_1 - \cfrac{1}{g_2 - \cdots - \cfrac{1}{g_m}}},$$

oder die damit übereinstimmende Determinante

$$\begin{vmatrix} g_1 & -1 & 0 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ -1 & g_2 & -1 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & g_3 & \cdots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & & & & & & \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & -1 & g_{m-1} & -1 \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 0 & -1 & g_m \end{vmatrix},$$

so besteht unter der Bedingung $p \leqq q \leqq r \leqq s$ die Relation

$$(A)\quad N(g_{p+1}, \cdots g_{q-1})N(g_{r+1}, \cdots g_{s-1}) - N(g_{p+1}, \cdots g_{r-1})N(g_{q+1}, \cdots g_{s-1}) + N(g_{p+1}, \cdots g_{s-1})N(g_{q+1}, \cdots g_{r-1}) = 0,$$

welche mit der in meiner Mittheilung vom 14. Februar 1878 im Monatsbericht S. 96 mit (C) bezeichneten Gleichung identisch ist. Setzt man hierin $p = 0, q = h, r = k+1, s = k+2$, so kommt, weil dann

$$N(g_{r+1}, \cdots g_{s-1}) = 1$$

zu nehmen ist,

$$(A^\circ)\qquad N(g_1, \cdots g_{h-1}) = N(g_1, \cdots g_h)N(g_{h+1}, \cdots g_{k+1}) - N(g_1, \cdots g_{k+1})N(g_{h+1}, \cdots g_k)$$

und für $h = k$:

$$(A_1)\quad N(g_1, \cdots g_{k-1}) = g_{k+1}N(g_1, \cdots g_k) - N(g_1, \cdots g_{k+1}),$$

aber für $h = 1$:

$$(A')\quad 1 = N(g_1, \cdots g_k)N(g_2, \cdots g_{k+1}) - N(g_1, \cdots g_{k+1})N(g_2, \cdots g_k)$$

dabei ist

$$N(g_1, g_2, \cdots g_k) = N(g_k, g_{k-1}, \cdots g_1),$$

und der Werth des Kettenbruchs

$$\frac{1}{g_1 - \dfrac{1}{g_2 - \cdots - \dfrac{1}{g_k}}}$$

ist

$$\frac{N(g_2, \cdots g_k)}{N(g_1, \cdots g_k)}$$

oder mit Hülfe der Relation (A')

$$\text{(A'')} \qquad \sum_{h=1}^{h=k} \frac{1}{N(g_1, \cdots g_{h-1}) N(g_1, \cdots g_h)} .$$

Führt nun die Kettenbruchsentwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ zu der Reihe von Gleichungen

$$f - g_1 f_1 + f_2 = 0 \ , \ f_1 - g_2 f_2 + f_3 = 0 \ , \ \cdots f_{r-1} - g_r f_r = 0 ,$$

und bezeichnet man wie in meinen früheren Mittheilungen mit φ_k die Zähler und mit ψ_k die Nenner der Näherungsbrüche, so dass

$$\varphi_k = N(g_2, \cdots g_k) \ , \ \psi_k = N(g_1, \cdots g_k) \ , \ f_k = f_r \cdot N(g_r, g_{r-1}, \cdots g_{k+1})$$

wird, so ist wegen (A°)

$$\text{(B°)} \qquad f_1 \psi_k - f \varphi_k = f_{k+1}$$

und wegen (A')

$$\text{(B')} \qquad \varphi_{k+1} \psi_k - \psi_{k+1} \varphi_k = 1 .$$

Wird der Grad von ψ_k mit n_k bezeichnet, so sind die Grade von

$$f_k \ , \quad g_k \ , \quad \varphi_k \ , \psi_k$$

beziehungsweise $n - n_k$, $n_k - n_{k-1}$, $n_k - n_1$, n_k .

Soll nun

$$\text{(C)} \qquad f_1(x) \Psi(x) - f(x) \Phi(x) = F(x)$$

und dabei

$$F(x) \ , \quad \Phi(x) \ , \ \Psi(x)$$

beziehungsweise vom Grade ϱ , $\nu - n_1$, ν

mit der Bedingung $\nu+\varrho<n$ sein, so zeigt die durch Elimination von f_1 aus (B°) und (C) entstehende Gleichung

$$(\varphi_k\Psi-\psi_k\Phi)f=\psi_kF-f_{k+1}\Psi,$$

dass

$$\varphi_k\Psi-\psi_k\Phi=0$$

sein muss, sobald

$$n_k\leqq\nu<n_{k+1}$$

ist, da alsdann sowohl der Grad von Ψ_kF als der von $f_{k+1}\Psi$ kleiner als der Grad von f wird. Es giebt also keine andern Functionen $\Phi(x)$, $\Psi(x)$ als solche, deren Quotient gleich einem der Näherungsbrüche der Kettenbruchsentwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ ist, und alle Systeme von Functionen $F(x)$, $\Phi(x)$, $\Psi(x)$, welche die Gleichung (C) befriedigen, werden daher durch die Gleichungen

$$(C')\quad \Phi(x)=\theta(x)\varphi_k(x),\ \Psi(x)=\theta(x)\psi_k(x),\ F(x)=\theta(x)f_{k+1}(x)$$

gegeben, in denen $\theta(x)$ eine beliebige ganze Function von einem Grade bedeutet, der kleiner als $\frac{1}{2}(n_{k+1}-n_k)$, d. h. kleiner als die Hälfte des Grades des betreffenden Partialnenners g_{k+1} ist. Diese Gradbestimmung von $\theta(x)$ erfolgt nämlich in der Weise, dass, wenn τ den Grad von $\theta(x)$ bezeichnet, aus den Gleichungen (C') die Relationen

$$\nu=\tau+n_k,\ \varrho=\tau+n-n_{k+1},\ \text{also}\ \varrho-\nu=n-n_k-n_{k+1}$$

und wegen $\varrho+\nu<n$ die Ungleichheitsbedingungen

$$\nu<\tfrac{1}{2}(n_k+n_{k+1}),\ \tau<\tfrac{1}{2}(n_{k+1}-n_k)$$

hervorgehen. Der Grad von $\Psi(x)$ bleibt hiernach immer unter dem mittleren Werthe der Grade von ψ_k und ψ_{k+1}, und ebenso bleibt der Grad von $F(x)$ unter dem mittleren Werthe der Grade von f_k und f_{k+1}.

Soll eine ganze Function von gegebenem Grade ν

$$\sum_p\beta_px^p\qquad(p=0,1,\ldots\nu),$$

für $\Psi(x)$ gesetzt, die Gleichung (C) befriedigen, so muss sie nach vorstehenden Erörterungen, wenn ν zwischen n_k-1 und n_{k+1} liegt, durch $\psi_k(x)$ theilbar sein, und der Quotient $\theta(x)$ ist an die Bedingung gebunden, dass der Grad des Productes $\theta(x)f_{k+1}(x)$ kleiner

als $n - \nu$ sei. Die Function $\theta(x)$ unterliegt im Übrigen keiner Beschränkung; wird deren Grad, wie oben, mit τ bezeichnet, so muss, da

$$\sum_p \mathcal{B}_p x^p = \theta(x)\psi_k(x) \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu)$$

ist, $\tau + n_k < \nu + 1$ und gleichzeitig $\tau + n - n_{k+1} < n - \nu$ sein, d. h. die Zahl τ ist nur den Bedingungen

$$\tau < \nu - n_k + 1 \ , \ \tau < n_{k+1} - \nu$$

unterworfen.

(C̄) Die allgemeinste an Stelle von $\Psi(x)$ der Gleichung (C) genügende Function νten Grades ist hiernach eine beliebige durch $\psi_k(x)$ theilbare ganze Function, für welche der Grad des Quotienten kleiner als jeder der beiden Abstände der Zahl ν von den beiden Grenzen $n_k - 1$ und n_{k+1} ist, zwischen denen sie liegt.

Für die Werthe $\nu = n_k$, und zwar für diese allein, wird $\Psi(x)$, abgesehen von einem constanten Factor, gleich $\psi_k(x)$ selbst, also gleich einer bis auf einen constanten Factor völlig bestimmten Function, welche im eigentlichen Sinne vom Grade n_k, d. h. in welcher der Coëfficient der $n_k$ten Potenz von x von Null verschieden ist, und es kann diese Art der Charakterisirung der Zahlen n_k an Stelle der bisher benutzten, auf der Kettenbruchsentwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ basirenden Definition zum Ausgangspunkte genommen werden. Bei den Veränderungen, welche die der Gleichung (C) genügenden Functionen $\Psi(x)$ erfahren, während die Zahl ν nach einander die Werthe 1, 2, 3, ... durchläuft, markiren die Zahlen n_k die Anfangspunkte der wesentlich verschiedenen Intervalle. Für das ganze Intervall von $\nu = n_k$ bis $\nu = n_{k+1} - 1$ ist $\psi_k(x)$ der grösste gemeinsame Theiler aller zugehörigen Functionen $\Psi(x)$ also, so zu sagen, eine Invariante des Intervalles; der andere Factor ist eine beliebige Function eines bestimmten Grades, der für $\nu = n_k$ gleich Null ist, mit wachsendem ν bis zur Mitte des Intervalls gleichmässig steigt, alsdann aber gleichmässig abnimmt und also am Ende des Intervalls bei $\nu = n_{k+1} - 1$ den Werth Null wiedererlangt. Der höchste wirkliche Grad der Function $\Psi(x)$ ist demnach in der ersten Hälfte eines jeden Intervalles gleich dem geforderten, der mit ν bezeichnet ist, in der zweiten Hälfte dagegen gleich der Zahl $n_k + n_{k+1} - 1 - \nu$, so dass das arithmetische Mittel

des höchsten wirklichen und des geforderten Grades von $\Psi(x)$ in der zweiten Hälfte des Intervalls constant gleich der Mitte des Intervalls bleibt.

II.

Die Bestimmung von Functionen $F(x), \Phi(x), \Psi(x)$, welche die Gleichung (C) befriedigen, findet eine Anwendung bei Lösung der Cauchy'schen Aufgabe, einen Bruch $\frac{F(x)}{\Psi(x)}$ aus den n Werthen $u_1, u_2, \ldots u_n$ zu bestimmen, welche derselbe für die n Wurzeln $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$ der Gleichung $f(x) = 0$ annehmen soll. Denn, wenn zuerst eine ganze Function $(n-1)$ten Grades $f_1(x)$ mittels der Lagrange'schen Interpolationsformel so bestimmt wird, dass

$$u_h = f_1(\xi_h) \qquad (h = 1, 2, \ldots n)$$

wird, so handelt es sich nur darum, $F(x)$ und $\Psi(x)$ der Bedingung

$$f_1(\xi_h)\Psi(\xi_h) = F(\xi_h) \qquad (h = 1, 2, \ldots n)$$

gemäss also derart zu bestimmen, dass die Gleichung (C') erfüllt wird. Die vollständige Lösung der bezeichneten Cauchy'schen Aufgabe ist demnach in den Gleichungen (C') enthalten, d. h. es giebt keine andern Brüche als

$$\frac{f_{k+1}(x)}{\psi_k(x)},$$

welche die Eigenschaft haben, dass ihre Werthe für die n Wurzeln von $f(x) = 0$ mit denen von $f_1(x)$ übereinstimmen und dass die Summe der Grade von Zähler und Nenner kleiner als n sei. Hierbei zeigt sich eine bisher wohl noch nicht bemerkte Einschränkung der Lösbarkeit der Cauchy'schen Aufgabe. Diese verlangt nämlich die Bestimmung eines Bruches $\frac{F(x)}{\Psi(x)}$, für welchen

$$\frac{F(\xi_h)}{\Psi(\xi_h)} = u_h \qquad (h = 1, 2, \ldots n)$$

wird, während der Grad des Zählers oder des Nenners gegeben und die Bedingung zu erfüllen ist, dass die Summe der beiden Grade kleiner als n sei. Wenn nun die Zahl ϱ als Grad des Zählers gegeben ist und der Ungleichheitsbedingung

$$n - n_{k+1} \leqq \varrho < n - n_k$$

genügt, oder wenn die Zahl ν als Grad des Nenners gegeben ist und der Ungleichheitsbedingung

$$n_k \leqq \nu < n_{k+1}$$

genügt, so kann nur

$$\frac{F(x)}{\Psi(x)} = \frac{f_{k+1}(x)}{\psi_k(x)}$$

sein. Aber dieser Bruch befriedigt nicht stets die Forderung der Cauchy'schen Aufgabe. Freilich ist die Gleichung

$$f_{k+1}(\xi_h) = u_h \psi_k(\xi_h) \qquad (h = 1, 2, \ldots n)$$

unter allen Umständen erfüllt; der Quotient

$$\frac{f_{k+1}(x)}{\psi_k(x)}$$

aber nimmt, wenn Zähler und Nenner einen gemeinsamen Theiler haben, nicht für jeden Werth $x = \xi_h$ den bezüglichen Werth u_h an. Dieser gemeinsame Theiler muss nämlich gemäss der Gleichung (B°) nothwendig auch ein Theiler von $f(x)$ sein, und wenn derselbe mit $\chi(x)$ bezeichnet wird, so kann für diejenigen Werthe $x = \xi$, wofür $\chi(x) = 0$ wird, der Werth des Bruches $\frac{f_{k+1}(x)}{\psi_k(x)}$ nicht gleich dem von $f_1(x)$ werden, da sonst wegen der Gleichung (B°) der Quotient

$$\frac{f(x)\varphi_k(x)}{\chi(x)}$$

für jene Werthe $x = \xi$ verschwinden müsste. Dies ist unmöglich, weil einerseits die n Grössen ξ, für welche $f(\xi) = 0$ wird, gemäss der Cauchy'schen Aufgabe unter einander verschieden anzunehmen sind und also $\frac{f(x)}{\chi(x)}$ keinen Theiler $x - \xi$ haben kann, und weil andrerseits $\varphi_k(x)$ mit $\psi_k(x)$ keinen Theiler gemein haben, also keinen Factor $x - \xi$ von $\chi(x)$ enthalten kann. Es giebt demnach keine anderen rationalen Functionen von x, welche für $x = \xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$ die Werthe $u_1, u_2, \ldots u_n$ annehmen, als diejenigen Functionen

$$\frac{f_{k+1}(x)}{\psi_k(x)},$$

welche reducirte Brüche sind, und sobald der Grad des Nenners zwischen zwei Zahlen

$$n_k - 1 \quad \text{und} \quad n_{k+1}$$

liegen soll, für welche der Näherungsnenner $\psi_k(x)$ einen gemeinsamen Theiler mit $f(x)$ hat, ist die Cauchy'sche Aufgabe unlösbar. Um dies an einem Beispiel zu erläutern, sei $n = 4$ und

$$f(x) = (x-\xi)(x-1)(x-2)(x-3)\ ,\quad f_1(x) = x^2 - 6x + 11\ ,$$
$$\nu = n_1 = 2\ ,$$

so dass ein Bruch

$$\frac{a + a_1 x}{b + b_1 x + b_2 x^2}$$

bestimmt werden soll, der für $x = \xi$, 1, 2, 3 beziehentlich die Werthe $\xi^2 - 6\xi + 11$, 6, 3, 2 annehmen soll. Sieht man zunächst von der auf $x = \xi$ bezüglichen Forderung ab, so erhält man die Bestimmungen

$$a = 6b_1\ ,\quad a_1 = 6b_2\ ,\quad b = 0\ ,$$

aus denen sich $\frac{6}{x}$ als der gesuchte Bruch ergiebt, der aber für $x = \xi$ den vorgeschriebenen Werth nicht annimmt, wenn ξ irgend einen von 1, 2 und 3 verschiedenen Werth hat.

Um die Functionen $F(x)$ und $\Psi(x)$ in der Gleichung (C) direct durch die n Bedingungsgleichungen

$$f_1(\xi_h)\Psi(\xi_h) = F(\xi_h) \qquad (h = 1, 2, \ldots$$

zu bestimmen, hat man, wenn wie oben $u_h = f_1(\xi_h)$ und überdies an Stelle von x die unbestimmte Grösse ξ_0 gesetzt wird, die Determinante $(n+1)$ter Ordnung

$$\left| 1\ ,\ \xi_h\ ,\ \xi_h^2\ ,\ \ldots\ \xi_h^\rho\ ,\ u_h\ ,\ u_h\xi_h\ ,\ u_h\xi_h^2\ ,\ \ldots\ u_h\xi_h^\nu \right| \qquad (h = 0, 1, \ldots n;\ \nu + \rho = n - 1)$$

gleich

$$F(\xi_0) - u_0\Psi(\xi_0)$$

zu nehmen, da diese Determinante für $\xi_0 = \xi_h$, $u_0 = u_h$ verschwindet. Bei dieser Bestimmungsweise von $F(x)$ und $\Psi(x)$, welche zu der Cauchy'schen Formel (Analyse algébrique p. 528) führt, ist aber vorausgesetzt, dass jene Determinante $(n+1)$ter Ordnung nicht identisch gleich Null wird, dass also nicht sämmtliche nach Weglassung der Reihe für $h = 0$ zu bildenden Determinanten $n$ter Ordnung verschwinden. Ist dies der Fall und trifft also jene Vor-

aussetzung nicht zu, so sind an Stelle jener Determinante $(n+1)$ter Ordnung solche von niedrigerer Ordnung zu nehmen; z. B. ist jene Determinante der Ordnung

$$n - n_{k+1} + n_k + 2 ,$$

welche entsteht, wenn oben

$$\varrho = n - n_{k+1} , \nu = n_k$$

und $$h = 0, 1, \ldots n - n_{k+1} + n_k + 1$$

genommen wird, abgesehen von einem von ξ_0 unabhängigen Factor gleich

$$f_{k+1}(\xi_0) - u_0 \psi_k(\xi_0)$$

und ergiebt demnach eine Bestimmung des Verhältnisses der beiden Functionen $f_{k+1}(x)$ und $\psi_k(x)$.

III.

Um nunmehr auf die Methode der Lösung der Gleichung (C) näher einzugehen, auf welche am Schlusse der Einleitung hingewiesen worden ist, und bei welcher die Coëfficienten der Function $\Psi(x)$ allein als Unbekannte eingeführt werden, sei zuvörderst bemerkt, dass sich hierbei die Verhältnisse der $\nu+1$ Coëfficienten der ganzen Function νten Grades $\Psi(x)$ durch die Bedingung bestimmen, dass der bei der Division von $f_1(x)\Psi(x)$ durch $f(x)$ sich ergebende Rest $F(x)$ höchstens vom Grade $n-\nu-1$ sein soll. Werden nun zunächst die n Wurzeln $\xi_1, \xi_2, \ldots \xi_n$ der Gleichung $f(x) = 0$ als von einander verschieden vorausgesetzt, so wird jener Rest der Division $F(x)$ durch den Ausdruck

$$\sum_h \Psi(\xi_h) \frac{f_1(\xi_h)}{f'(\xi_h)} \frac{f(x)}{x - \xi_h} \qquad (h = 1, 2, \ldots n)$$

dargestellt, und bei Einführung von n ganzen Functionen $f^{(g)}(x)$, welche durch die Gleichung

$$\frac{f(x)}{x - \xi} = \sum_g \xi^g f^{(g)}(x) \qquad (g = 0, 1, \ldots n-1)$$

erklärt sind, wird also:

$$F(x) = \sum_g \sum_h \Psi(\xi_h) \frac{f_1(\xi_h)}{f'(\xi_h)} \xi_h^g f^{(g)}(x) \qquad \binom{g = 0, 1, \ldots n-1}{h = 1, 2, \ldots n}.$$

Da die Functionen $f^{(g)}(x)$ vom Grade $n-g-1$, also sämmtlich von einander linear unabhängig sind, so werden die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür, dass $F(x)$ höchstens vom Grade $n-\nu-1$ sei, durch die Gleichungen

$$\sum_{h=1}^{h=n} \xi_h^t \Psi(\xi_h) \frac{f_1(\xi_h)}{f'(\xi_h)} = 0 \qquad (t=0,1,\ldots r-1)$$

ausgedrückt. Diesen Gleichungen wird genügt, wenn

$$\Psi(x) = \left| c_p, c_{p+1}, \ldots c_{p+\nu-1}, x^p \right| \qquad (p=0,1,\ldots n)$$

und in dieser Determinante

$$c_p = \sum_h \xi_h^p \frac{f_1(\xi_h)}{f'(\xi_h)} \qquad (h=1,2,\ldots n)$$

gesetzt wird. Alsdann erhält man für $F(x)$ den Determinanten-Ausdruck

$$(C_0) \quad F(x) = \left| c_p, c_{p+1}, \ldots c_{p+\nu-1}, \sum_g c_{p+g} f^{(g)}(x) \right| \quad \begin{pmatrix} p=0,1,\ldots r \\ g=0,1,\ldots n-r-1 \end{pmatrix}$$

und da auf Grund der Definition der Functionen $f^{(g)}(x)$

$$f(x) = \sum_g (x\xi_g - \xi_{g+1}) f^{(g)}(x) \qquad (g=0,1,\ldots n-2)$$

also

$$c_p f(x) = \sum_g (x c_{p+g} - c_{p+g+1}) f^{(g)}(x) \qquad (g=0,1,\ldots n-2)$$

ist, so kommt, wenn in dem Determinanten-Ausdrucke jede der ersten ν-Horizontalreihen mit x multiplicirt und von der darunter stehenden subtrahirt wird,

$$F(x) = \begin{vmatrix} f_1(x) & , & c_0 & , \ldots & c_{\nu-1} \\ c_0 f(x) & , & x c_0 - c_1 & , \ldots & x c_{\nu-1} - c_\nu \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{\nu-1} f(x) & , & x c_{\nu-1} - c_\nu & , \ldots & x c_{2\nu-2} - c_{2\nu-1} \end{vmatrix},$$

und in derselben Weise geht der obige Determinanten-Ausdruck von $\Psi(x)$ in

$$\left| x c_{p+q} - c_{p+q+1} \right| \qquad (p,q=0,1,\ldots \nu)$$

über. Hiernach sind für $\Phi(x)$ und $\Psi(x)$ Determinanten-Ausdrücke zu setzen, welche durch die Gleichung

$$(C^0) \quad -\Phi(x)+U\Psi(x)=\begin{vmatrix} U\ , & c_0\ , \ldots & c_{\nu-1} \\ c_0\ , & xc_0-c_1\ , \ldots & xc_{\nu-1}-c_\nu \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{\nu-1}\ , & xc_{\nu-1}-c_\nu\ , \ldots & xc_{2\nu-2}-c_{2\nu-1} \end{vmatrix}$$

lefinirt werden, da alsdann in der That aus dem für $F(x)$ erangten Determinanten-Ausdrucke

$$(C) \qquad F(x)=f_1(x)\Psi(x)-f(x)\Phi(x)$$

folgt. Die Grössen c_p, aus welchen die Determinanten-Ausdrücke für $\Phi(x)$ und $\Psi(x)$ gebildet sind, und welche oben durch die Gleichung

$$c_p=\sum_h \xi_h^p \frac{f_1(\xi_h)}{f'(\xi_h)} \qquad (h=1,2,\ldots n)$$

definirt wurden, können auch als Coëfficienten der Entwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ nach fallenden Potenzen von x aufgefasst werden, da

$$(C') \qquad \frac{f_1(x)}{f(x)}=\sum_{k=0}^{k=\infty} c_k x^{-k-1}$$

ist. Wird diese Bedeutung der Grössen c_k zu Grunde gelegt, so kann von der oben gemachten Voraussetzung, dass die n Wurzeln von $f(x)=0$ ungleich seien, abgesehen werden; denn die unter dieser Voraussetzung hergeleitete Gleichung (C) muss, wie aus Continuitäts-Betrachtungen hervorgeht, noch bestehen bleiben, wenn Wurzeln ξ zusammenfallen. Aber dies zeigt sich auch ganz direct; denn die Umwandlung jenes Determinanten-Ausdrucks, durch den $F(x)$ in (C_0) dargestellt ist, in den andern, welcher auf Grund der Gleichung (C') durch

$$f_1(x)\Psi(x)-f(x)\Phi(x)$$

repräsentirt wird, erfolgt einzig und allein mittels der Relationen

$$(C'') \quad f_1(x)=\sum_g c_g f^{(g)}(x)\ ,\ c_p f(x)=\sum_g (xc_{p+g}-c_{p+g+1})f^{(g)}(x), \qquad (g=0,1,\ldots n-1),$$

und diese bestehen in der That, wenn den Functionen $f^{(g)}(x)$ und den Grössen c_p die obige Bedeutung beigelegt wird, und sie enthalten sogar die vollständige Definition der Grössen c_p in Übereln-

stimmung mit derjenigen, welche durch (C″) gegeben ist. Wen nämlich

$$f(x) = \sum_{h=0}^{h=n} b_h x_h \quad , \quad \text{also} \quad f^{(g)}(x) = \sum_{r=g+1}^{r=n} b_r x^{r-g-1}$$

gesetzt und somit

$$f(x) - x f^{(0)}(x) = b_0 \ , \ f^{(0)}(x) - x f^{(1)}(x) = b_1 \ , \ \ldots\ldots \ ,$$
$$f^{(n-2)}(x) - x f^{(n-1)}(x) = b_{n-1} \ , \ f^{(n-1)}(x) = b_n$$

wird, so kommt zuvörderst

$$\sum_{g=0}^{g=n-1} c_g f^{(g)}(x) = \sum_{g=0}^{g=n-1} \sum_{r=g+1}^{r=n} b_r c_g x^{r-g-1},$$

und der Ausdruck rechts ist gleich demjenigen Theile des Produ

$$f(x) \sum_{k=0}^{k=\infty} c_k x^{-k-1},$$

welcher die sämmtlichen Glieder mit nicht negativen Potenzen v x umfasst, also gleich $f_1(x)$. Ferner ist

$$c_p f(x) - \sum_{g=0}^{g=n-1} (x c_{p+g} - c_{p+g+1}) f^{(g)}(x) = \sum_{g=0}^{g=n} b_g c_{p+g} \quad (p=0,1,2,$$

und der Ausdruck rechts ist der Coëfficient von x^{-p-1} in der E wickelung des Products

$$f(x) \sum_{k=0}^{k=\infty} c_k x^{-k-1},$$

also gleich Null. Die Gleichung (C) wird also in der That friedigt, wenn

$$\Phi(x) = -\begin{vmatrix} 0 & , & c_0 & , \ldots & c_{\nu-1} \\ c_0 & , & x c_0 - c_1 & , \ldots & x c_{\nu-1} - c_\nu \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ c_{\nu-1} & , & x c_{\nu-1} - c_\nu & , \ldots & x c_{2\nu-2} - c_{2\nu-1} \end{vmatrix}$$

$$\Psi(x) = \left| x c_{p+q} - c_{p+q+1} \right| \qquad (p,q = 0,1,\ldots\nu)$$

$$F(x) = \left| c_p \ , \ c_{p+1} \ , \ \ldots \ c_{p+\nu-1} \ , \ \sum_g c_{p+g} f^{(g)}(x) \right| \qquad \begin{pmatrix} p=0,1,\ldots\nu \\ g=0,1,\ldots n-1 \end{pmatrix}$$

gesetzt wird, und da in diesem Determinanten-Ausdruck von $F(x)$ offenbar aus der Summe

$$\sum_g c_{p+g} f^{(g)}(x)$$

der auf $g = 0, 1, \ldots \nu - 1$ bezügliche Theil wegzulassen und die Summation nur auf die Werthe $g = \nu, \nu + 1, \ldots n - 1$ auszudehnen ist, so erhellt, dass $F(x)$ höchstens vom Grade $n - \nu - 1$ sein kann. Aber diese Lösung der Aufgabe, die Functionen F, Φ, Ψ zu bestimmen, ist keine vollständige; denn die hier für F, Φ, Ψ erlangten Ausdrücke sind nur als den Bedingungen der Aufgabe genügende, nicht als nothwendige aufgezeigt worden. Es soll daher jetzt die hier entwickelte Methode vervollständigt und die allgemeinste Bestimmung von Functionen $F(x), \Phi(x), \Psi(x)$, die zu $f(x)$ und $f_1(x)$ in der Gleichung (C) gehören, hergeleitet werden, indem die Grössen c_k als die gegebenen Grössen betrachtet werden. Dieselben bestimmen sich durch die Differentialquotienten von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$; auch ergeben sich die ersten n Grössen $c_0, c_1, \ldots c_{n-1}$ als die Coëfficienten der als homogene lineare Function von

$$f^{(0)}(x), f^{(1)}(x), \ldots f^{(n-1)}(x)$$

dargestellten Function $f_1(x)$, während alsdann die übrigen aus den Gleichungen

$$\sum_{g=0}^{g=n} b_g c_{p+g} = 0 \qquad (p = 0, 1, 2, \ldots)$$

resultiren. Dass für ein Problem, bei dessen Lösung sich die gesuchten Functionen $\Phi(x), \Psi(x)$ durch die Zähler und Nenner der Näherungsbrüche von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ bestimmen (vgl. Art. I), die Einführung der bei der Entwickelung

$$(C'') \qquad \frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{k=0}^{k=\infty} c_k x^{-k-1}$$

auftretenden Coëfficienten als gegebener Grössen vollkommen naturgemäss ist, erhellt unmittelbar daraus, dass die ersten $2n_k$ Entwickelungscoëfficienten des Näherungsbruches $\frac{\varphi_k(x)}{\psi_k(x)}$ mit denen von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ übereinstimmen. Nach Art. I (A'') ist nämlich

$$\frac{\varphi_k}{\psi_k} = \frac{1}{\psi_1} + \frac{1}{\psi_1\psi_2} + \frac{1}{\psi_2\psi_3} + \cdots + \frac{1}{\psi_{k-1}\psi_k},$$

und der Ausdruck rechts unterscheidet sich von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ für unendlich grosse Werthe von x nur um Glieder der Ordnung wie $\frac{1}{\psi_k \psi_{k+1}}$ d. h. um Glieder der Ordnung $n_k + n_{k+1}$, und $n_k + n_{k+1}$ ist grösser als $2n_k$. Es sind hiernach die ersten $2n$ Coëfficienten der Entwickelung eines rationalen Bruches nach fallenden Potenzen von x, wenn derselbe in der reducirten Form einen Nenner $n$ten Grades und einen Zähler höchstens $(n-1)$ten Grades hat, Invarianten für die Entwickelung aller derjenigen Functionen von x, deren Näherungswerth jener Bruch ist.

Bei der nunmehr darzulegenden allgemeinen Methode der Lösung der Gleichung (C) sind die $2n$ ersten Entwickelungscoëfficienten $c_0, c_1, \ldots c_{2n-1}$, deren man nur bedarf, die gegebenen und die Verhältnisse der $\nu+1$ Coëfficienten von $\Psi(x)$ die zu bestimmenden Grössen. Setzt man demgemäss

$$\Psi(x) = \sum_p \beta_p x^p \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu),$$

so sind die Coëfficienten β einzig und allein an die Bedingung gebunden, dass — wie schon im Anfange dieses Abschnittes erwähnt ist — der Rest der Division von $f_1(x)\Psi(x)$ durch $f(x)$ höchstens vom Grade $n-\nu-1$ sein soll, d. h. also dass bei der Entwickelung von $\frac{f_1(x)\Psi(x)}{f(x)}$ nach fallenden Potenzen von x die Coëfficienten von $x^{-1}, x^{-2}, \ldots x^{-\nu}$ gleich Null werden sollen. Hieraus resultiren die ν Bedingungsgleichungen

$$\text{(D)} \qquad \sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu;\ q = 0, 1, \ldots \nu - 1),$$

welche nothwendig und hinreichend sind, damit $\Sigma \beta_p x^p$ eine der Aufgabe entsprechende Function $\Psi(x)$ darstelle.

Die Grössen β werden durch die Gleichung (D) als die Coëfficienten der allgemeinsten zwischen je $\nu+1$ aufeinanderfolgenden Grössen c bestehenden linearen Relation definirt oder also als die Coëfficienten der allgemeinsten für die 2ν Grössen

$$c_0, c_1, \ldots c_{2\nu-1}$$

aufzustellenden „*linearen Recursionsformel*“, welche von Anfang an und mindestens νmal hintereinander Geltung hat, und deren „*Ordnung*“ daher höchstens gleich ν ist. Unter der Ordnung einer linea-

ren Recursionsformel für eine Reihe von Grössen $c_0, c_1, c_2, \ldots$ soll nämlich die Zahl μ verstanden werden, wenn jedes Glied der Reihe vom $(\mu+1)$ten ab durch die μ vorhergehenden Glieder mittels jener Formel linear ausdrückbar ist. Die Gleichung (D) stellt hiernach eine lineare Recursionsformel μter Ordnung für die $\mu+\nu$ Grössen

$$c_0 \ , \ c_1 \ , \ \cdots \ c_{\mu+\nu-1}$$

dar, wenn β_μ der letzte der von Null verschiedenen Coëfficienten β ist. Dabei können aber die ersten Coëfficienten $\beta_0, \beta_1, \ldots \beta_{\varkappa-1}$ gleich Null sein, so dass die Gleichung (D) sich auf die Gleichung

$$\sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \quad (p=\varkappa, \varkappa+1, \ldots \mu;\ q=0,1,\ldots \nu-1)$$

reduciren kann, welche zwar eine lineare Recursionsformel $(\mu-\varkappa)$ter Ordnung für die $\mu+\nu-\varkappa$ Grössen

$$c_\varkappa \ , \ c_{\varkappa+1} \ , \ \cdots \ c_{\mu+\nu-1}$$

darstellt, aber doch, als Recursionsformel für die sämmtlichen $\mu+\nu$ Grössen

$$c_0 \ , \ c_1 \ , \ \cdots \ c_{\mu+\nu-1}$$

aufgefasst, eine solche von der Ordnung μ ist, in welcher die ersten $\varkappa$ Coëfficienten verschwinden.

Die Aufgabe der Bestimmung der allgemeinsten, der Gleichung (C) genügenden Function νten Grades $\Psi(x)$ kommt hiernach mit der Aufgabe der Aufstellung der allgemeinsten linearen Recursionsformel für die ersten 2ν Grössen c vollkommen überein, und es muss sich daher bei der Auflösung dieser letzteren Aufgabe oder bei der des Gleichungssystems (D) direct eben dasselbe Resultat ergeben, welches am Schlusse des Art. I (C') aus der Kettenbruchsentwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ hergeleitet worden ist. Dies soll in der That durch eine eingehende Discussion des Gleichungssystems (D) gezeigt werden; doch bedarf es hierzu einiger vorbereitender Determinantensätze, welche der Übersichtlichkeit wegen in einigen besonderen Abschnitten vorweg entwickelt werden sollen.

IV.

Sind die $n(n+1)$ Grössen

$$a_{ik} \qquad (k=0,1,\ldots n;\ i=1,2,\ldots n)$$

so beschaffen, dass nur eine der daraus zu bildenden Determinanten $n$ter Ordnung, nämlich

$$|a_{ik}| \qquad (i,k=1,2,\ldots n)$$

von Null verschieden ist, so müssen die n Elemente der ersten Verticalreihe, nämlich

$$a_{10}\ ,\ a_{20}\ ,\ \ldots\ a_{n0}$$

sämmtlich gleich Null sein. Die gemachte Voraussetzung kann bei Einführung von $n+1$ unbestimmten Grössen

$$a_{00}\ ,\ a_{01}\ ,\ \ldots\ a_{0n}$$

dahin formulirt werden, dass

$$|a_{gk}| = a_{00}|a_{ik}| \gtrless 0 \qquad \begin{pmatrix} g,k=0,1,2,\ldots n \\ i,k=1,2,\ldots n \end{pmatrix},$$

also bei der Entwickelung der Determinante $|a_{gk}|$ nach den Elementen a_{0k} der Coëfficient des Elements a_{00} von Null verschieden, dagegen jeder der folgenden n Coëfficienten gleich Null sein soll. Diese n Coëfficienten sind n lineare homogene Functionen von

$$a_{10}\ ,\ a_{20}\ ,\ \ldots\ a_{n0}\ ,$$

und da deren Coëfficienten die n^2 Adjungirten der Grössen

$$a_{ik} \qquad (i,k=1,2,\ldots n)$$

sind, also die Determinante der Voraussetzung nach von Null verschieden ist, so müssen die n Grössen $a_{10}, a_{20}, \ldots a_{n0}$ selbst gleich Null sein.

Hieraus folgt unmittelbar der allgemeinere Satz, dass, wenn die Determinante

$$|a_{gk}| \qquad (g,k=0,1,2,\ldots n)$$

eine lineare Function der ersten $m+1$ unbestimmten Grössen

$$a_{00}\ ,\ a_{01}\ ,\ \ldots\ a_{0m}$$

allein, und darin der Coëfficient von a_{0m} nicht gleich Null ist, nothwendig die sämmtlichen aus dem System

$$a_{ik} \qquad (i=1,2,\ldots n;\ k=0,1,\ldots m)$$

zu bildenden Determinanten $(m+1)$ter Ordnung verschwinden müssen. Der Voraussetzung nach soll nämlich

$$|a_{gh}| = b_0 a_{00} + b_1 a_{01} + \cdots + b_m a_{0m} \qquad (g, h = 0, 1, \ldots n)$$

und $b_m \gtrless 0$ sein; wenn daher in der Determinante $|a_{gh}|$ an Stelle von a_{gm} die lineare Verbindung

$$\frac{1}{b_m}(b_0 a_{g0} + b_1 a_{g1} + \cdots + b_m a_{gm})$$

gesetzt wird, so folgt aus den obigen Ausführungen, dass diese für $g = 1, 2, \ldots n$ gleich Null werden und also in der That jede aus den Elementen

$$a_{ih} \qquad (i = 1, 2, \ldots n;\ h = 0, 1, \ldots m)$$

zu bildende Determinante $(m+1)$ter Ordnung verschwinden muss.

V.

Bilden die Grössen a_{ik} für $i, k = 1, 2, \ldots n$ ein System von n^2 Grössen, für welches die sämmtlichen Determinanten $(m+1)$ter Ordnung verschwinden, während die Determinante

$$|a_{gh}| \qquad (g, h = 1, 2, \ldots m)$$

von Null verschieden ist, so kann die Auflösung der n Gleichungen

$$\text{(E)} \qquad \sum_{k=1}^{k=n} a_{ik} z_k = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots n)$$

dadurch dargestellt werden, dass die n Grössen z für unbestimmte Werthe von

$$a_{01}, a_{02}, \ldots a_{0n}$$

die Bedingung

$$\text{(E')} \qquad \begin{vmatrix} a_{01}, \ldots a_{0m}, a_{0,m+1} z_{m+1} + \cdots + a_{0n} z_n \\ a_{11}, \ldots a_{1m}, a_{1,m+1} z_{m+1} + \cdots + a_{1n} z_n \\ \vdots \\ a_{m1}, \ldots a_{mm}, a_{m,m+1} z_{m+1} + \cdots + a_{mn} z_n \end{vmatrix} = (-1)^m |a_{gh}| \sum_{k=1}^{k=n} a_{0k} z_k$$

erfüllen, d. h. dass die Coëfficienten von $a_{01}, a_{02}, \ldots a_{0n}$ auf beiden Seiten der Gleichung mit einander übereinstimmen. Die Determinante auf der linken Seite stellt also eine lineare Function von

$a_{01}, a_{02}, \ldots a_{0n}$ dar, deren Coëfficienten bezw. n solchen Grössen $z_1, z_2, \ldots z_n$ proportional sind, wie sie durch die Gleichungen

$$(E) \qquad \sum_{k=1}^{k=n} a_{ik} z_k = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots n)$$

bestimmt werden. Die Grössen $z_{m+1}, z_{m+2}, \ldots z_n$ bleiben hierbei unbestimmt, während $z_1, z_2, \ldots z_m$ sich als lineare Functionen der übrigen $n - m$ Grössen z ergeben.

Dass die Gleichung (E′) die nothwendige und hinreichende Bedingung für das Bestehen der n Gleichungen (E) enthält, zeigt sich unmittelbar, wenn man in der Determinante auf der linken Seite von (E′) die erste Verticalreihe mit z_1, die zweite mit z_2 u. s. w., die $m$te mit z_m multiplicirt und der letzten Verticalreihe hinzufügt. Alsdann wird nämlich das erste Element der letzten Verticalreihe identisch mit $\Sigma a_{0k} z_k$, die folgenden Elemente aber werden

$$\sum_{k=1}^{k=n} a_{ik} z_k \qquad (i = 1, 2, \ldots n),$$

und es ist darnach evident, dass die Gleichung (E′) erfüllt ist, sobald die Gleichungen (E) bestehen. Andrerseits ergeben sich unter Benutzung der im Anfang des vorhergehenden Abschnittes (IV) enthaltenen Darlegung die m Gleichungen

$$\sum_{k=1}^{k=n} a_{ik} z_k = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots m)$$

als eine Folge der Gleichung (E′), und aus diesen m Gleichungen resultiren dann die übrigen $n - m$ Gleichungen

$$\sum_{k=1}^{k=n} a_{ik} z_k = 0 \qquad (i = m+1, m+2, \ldots n).$$

Denn vermöge der gemachten Voraussetzungen ist jede der Determinanten $(m+1)$ter Ordnung

$$|a_{pq}| \qquad (p = 1, 2, \ldots m, i;\ q = 1, 2, \ldots m, k)$$

gleich Null und ergiebt daher, nach der letzten Verticalreihe entwickelt, eine Gleichung

$$|a_{gh}| a_{ik} = \sum_{g} a_{gk} b_{gi} \qquad (g, h = 1, 2, \ldots m),$$

in welcher die Coëfficienten b_{gi} für alle Werthe $k = 1, 2, \ldots n$ dieselben bleiben, so dass mit Hülfe dieser Gleichung eine beliebige von jenen $(n - m)$ Summen

$$\Sigma a_{m+1,k} z_k \ , \ \Sigma a_{m+2,k} z_k \ , \ \ldots\ldots \ \Sigma a_{nk} z_k$$

sich als lineare Function der ersten m Summen

$$\Sigma a_{1k} z_k \ , \ \Sigma a_{2k} z_k \ , \ \ldots \ \Sigma a_{mk} z_k$$

darstellen lässt.

VI.

Es seien die Grössen

$$c_{pt} \qquad (p = 0, 1, \ldots n;\ t = 0, 1, \ldots n, n+1, \ldots)$$

so beschaffen, dass jede daraus zu bildende Determinante $(n+1)$ter Ordnung verschwindet, und zwar seien die sämmtlichen durch die verschiedenen Werthe von t bezeichneten Verticalreihen lineare Functionen der n ersten, so dass Gleichungen

$$c_{pt} = \Sigma c_{pq} d_{qt} \qquad (p = 0, 1, \ldots n;\ q = 0, 1, \ldots n-1)$$

bestehen. Für die $n(n+1)$ Grössen

$$c_{pq} \qquad (p = 0, 1, \ldots n;\ q = 0, 1, \ldots n-1)$$

sind nun entweder nicht alle daraus zu bildenden Determinanten $n$ter Ordnung gleich Null, oder es giebt eine Zahl $m < n$ von der Beschaffenheit, dass nicht alle Determinanten $m$ter Ordnung, aber die sämmtlichen Determinanten $(m+1)$ter Ordnung verschwinden. Es muss also jedenfalls unter den $n(n+1)$ Grössen c_{pq} ein System von m^2 Grössen

$$c_{ik} \qquad (i = i_0, i_1, \ldots i_{m-1};\ k = k_0, k_1, \ldots k_{m-1})$$

enthalten sein, dessen Determinante von Null verschieden ist. Dabei ist $m \leqq n$, und die Indices $i_0, i_1, \ldots$ sind gewisse m aus der Reihe der Zahlen $0, 1, \ldots n$, die Indices $k_0, k_1, \ldots$ aber gewisse m aus der Reihe der Zahlen $0, 1, \ldots n-1$. Da nun jede aus den Grössen c_{pq} zu bildende Determinante $(m+1)$ter Ordnung verschwindet, also

$$|\, c_{pq} \,| = 0 \qquad (p = i_0, i_1, \ldots i_{m-1}, r;\ q = k_0, k_1, \ldots k_{m-1}, t)$$

ist, so führt die Entwickelung dieser Determinante nach den Elementen der durch $q = t$ bezeichneten Verticalreihe zu einer Gleichung

$$-c_{rt} = \sum_i \gamma_i^{(r)} c_{it} \qquad (i = i_0, i_1, \ldots i_{m-1};\ r, t = 0, 1, \ldots n),$$

in welcher die Grössen $\gamma_i^{(r)}$ die in dem Systeme c_{pq} den Elementen c_{it} adjungirten Determinanten $m$ter Ordnung, dividirt durch die Determinante

$$|\, c_{ik} \,| \qquad (i = i_0, i_1, \ldots i_{m-1};\ k = k_0, k_1, \ldots k^{m-1})$$

bedeuten. Eben dieselbe Gleichung gilt auch für die ferneren Werthe

$$t = n+1 , n+2 , \dots ,$$

da sie für diese aus den Gleichungen

$$c_{rt} = \sum_q c_{rq} d_{qt} , \quad -c_{rq} = \sum_i \gamma_i^{(r)} c_{iq} , \quad c_{it} = \sum_q c_{iq} d_{qt}$$
$$(q = 0, 1, \dots n-1;\ i = i_0, i_1, \dots i_{m-1})$$

hervorgeht, und es zeigt sich daher,

dass jede der $n+1$ Horizontalreihen der Grössen c_{pt} eine lineare Function derjenigen m Horizontalreihen ist, welche durch die Indices

$$p = i_0 , i_1 , \dots i_{m-1}$$

bezeichnet sind.

Für den Fall, dass es m Zahlen $h_0 , h_1 , \dots h_{m-1}$ aus der Reihe $0, 1, \dots n$ giebt, für welche

$$|c_{hk}| = 0 \qquad (h = h_0, h_1, \dots h_{m-1};\ k = k_0, k_1, \dots k_{m-1})$$

ist, lassen sich m Grössen b bestimmen, welche die Gleichung

$$\sum_h b_h c_{hk} = 0 \qquad (h = h_0, h_1, \dots h_{m-1})$$

für $k = k_0 , k_1 , \dots k_{m-1}$ befriedigen. Da hiernach für eben diese Werthe von k

$$\sum_h \sum_i b_h \gamma_i^{(h)} c_{ik} = 0 \qquad (h = h_0, h_1, \dots h_{m-1};\ i = i_0, i_1, \dots i_{m-1}),$$

und die Determinante $|c_{ik}|$ von Null verschieden ist, so muss für alle Werthe $i = i_0 , i_1 , \dots i_{m-1}$

$$\sum_h b_h \gamma_i^{(h)} = 0 \qquad (h = h_0, h_1, \dots h_{m-1}),$$

und also die Gleichung

$$\sum_h b_h c_{ht} = 0 \qquad (h = h_0, h_1, \dots h_{m-1})$$

für alle Werthe $t = 0, 1, \dots n, n+1, \dots$ erfüllt sein, d. h.

es muss zwischen den m durch die Indices $h_0 , h_1 , \dots h_{m-1}$ bezeichneten Horizontalreihen eine lineare Relation bestehen, sobald eine solche zwischen denjenigen Theilen dieser Horizontalreihen besteht, deren Glieder durch die zweiten Indices $k_0 , k_1 , \dots k_{m-1}$ bezeichnet sind.

Sind die Grössen c_{pt} von der besonderen Art, dass

$$c_{pt} = c_{p+t} \quad \text{also} \quad c_{p+1,t} = c_{p,t+1}$$

ist, so kann zwischen den ersten m Horizontalreihen keine lineare Relation bestehen. Denn eine solche Relation

$$\sum_h b_h c_{ht} = 0 \qquad (h = 0, 1, \ldots m-1)$$

würde sich, da $c_{ht} = c_{h+r,t-r}$ ist, unter der Voraussetzung, dass r zugleich kleiner als $t+1$ und kleiner als $n-m+2$ ist, in folgender Weise darstellen lassen:

$$\sum_h b_h c_{h+r,t-r} = 0 \qquad (h = 0, 1, \ldots m-1),$$

oder, wenn t für $t-r$ gesetzt wird:

$$\sum_h b_{h-r} c_{ht} = 0 \qquad (h = r, r+1, \ldots r+m-1);$$

es müsste also zwischen je m aufeinanderfolgenden Horizontalreihen eine lineare Relation bestehen, und sogar schon zwischen je l, wenn für $l < m$

$$b_{m-1} = b_{m-2} = \cdots = b_l = 0$$

und erst b_{l-1} von Null verschieden wäre. Es würden hiernach alle $n+1$ Horizontalreihen lineare Functionen der $m-1$ oder der $l-1$ ersten Horizontalreihen und also die durch

$$i = i_0, i_1, \ldots i_{m-1}$$

bezeichneten m Horizontalreihen c_{it} durch eine lineare Relation mit einander verbunden sein. Dies widerspricht aber der Voraussetzung, dass

$$|c_{ik}| \gtrless 0 \qquad (i = i_0, i_1, \ldots i_{m-1};\ k = k_0, k_1, \ldots k_{m-1})$$

ist. — Ebenso wie die m ersten Horizontalreihen können auch die m ersten Verticalreihen durch keine lineare Relation mit einander verbunden sein; denn aus jeder Gleichung

$$\sum_{h=0}^{h=m-1} b'_h c_{kh} = 0 \qquad (k = 0, 1, \ldots n)$$

oder, da $c_{kh} = c_{hk}$ ist,

$$\sum_{h=0}^{h=m-1} b'_h c_{hk} = 0 \qquad (k = 0, 1, \ldots n)$$

würde in der oben entwickelten Weise das Bestehen der Gleichung

$$\sum_{k=0}^{k=m-1} b'_k c_{kt} = 0$$

für alle Werthe $t = 0, 1, \ldots n, n+1, \ldots$ folgen.

Da sich alle Verticalreihen der Grössen c_{pt} von der besonderen Art, bei der $c_{pt} = c_{p+t}$ ist, durch gewisse m derselben linear ausdrücken lassen, und da die ersten m Verticalreihen von einander linear unabhängig sind, so sind die sämmtlichen Verticalreihen als lineare Functionen der m ersten darstellbar, und es kann daher

$$k_0 = 0 \ , \ k_1 = 1 \ , \ \ldots \ k_{m-1} = m-1$$

genommen werden. Ganz ebenso folgt aus der linearen Unabhängigkeit der m ersten Horizontalreihen, dass

$$i_0 = 0 \ , \ i_1 = 1 \ , \ \ldots \ i_{m-1} = m-1$$

genommen werden kann. Bei derartigen Grössen c_{pt} lässt sich also aus der Voraussetzung, dass sämmtliche Verticalreihen lineare Functionen der n ersten sind, die Folgerung ziehen, dass sämmtliche Horizontalreihen lineare Functionen der m ersten sein müssen, d. h. dass — unter Beibehaltung der oben für allgemeine Grössen c_{pt} gebrauchten Bezeichnungen — die Relationen

$$-c_{r+t} = \sum_i \gamma_i^{(r)} c_{i+t} \qquad \begin{pmatrix} i = 0, 1, \ldots m-1 \\ r = m, m+1, \ldots n \end{pmatrix}$$

für alle Werthe von t bestehen müssen, und dass die aus den ersten m^2 Grössen c gebildete Determinante

$$|c_{i+k}| \qquad (i, k = 0, 1, \ldots m-1)$$

von Null verschieden sein muss.

VII.

Ist eine aus mindestens $2n$ Gliedern bestehende endliche oder eine unendliche Reihe von Grössen $c_0, c_1, c_2, \ldots$ so beschaffen, dass sich jedes Glied als eine und dieselbe lineare Function der n vorhergehenden darstellen lässt, dass also eine *„lineare Recursionsformel nter Ordnung"* für die Reihe $c_0, c_1, c_2, \ldots$ existirt, so ist die im vorigen Abschnitte über die Grössen c_{p+t} gemachte Voraussetzung erfüllt, wenn aus den Grössen $c_0, c_1, c_2, \ldots$ die n Horizontalreihen

$$\begin{array}{l} c_0 \ , \ c_1 , c_2 \ , \ \cdots \\ c_1 \ , \ c_2 , c_3 \ , \ \cdots \\ \vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ c_{n-1} , c_n , c_{n+1} , \cdots \end{array}$$

gebildet werden. Denn aus einer für alle Werthe von p geltenden Recursionsformel

$$c_{p+n} = \sum_q c_{p+q} d_{qn} \qquad (q = 0, 1, \ldots n-1),$$

folgt, indem nach einander $p+1$, $p+2$, ... für p gesetzt wird, dass für jeden Werth von t Relationen

$$c_{p+t} = \sum_q c_{p+q} d_{qt} \qquad (p = 0, 1, 2, \ldots ; \ q = 0, 1, \ldots n-1)$$

bestehen, vermöge deren die durch beliebige Werthe von t bezeichneten Verticalreihen sich als lineare Functionen der n ersten durch $q = 0, 1, \ldots n-1$ bezeichneten darstellen. Andrerseits ist aber im vorigen Abschnitte gezeigt worden, wie man, von dieser Voraussetzung ausgehend, zur Bestimmung der kleinsten Zahl m gelangt, die so beschaffen ist, dass schon zwischen je $m+1$ aufeinanderfolgenden Grössen c eine lineare Relation, also eine lineare Recursionsformel $m$ter Ordnung besteht; denn die Gleichung

$$-c_{r+t} = \sum_i \gamma_i^{(r)} c_{i+t} \qquad (i = 0, 1, \ldots m-1)$$

am Schlusse des vorigen Abschnittes liefert für $r = m$ eine solche Relation. Hiernach kann eine Reihe $c_0, c_1, c_2, \ldots$ von der angegebenen Beschaffenheit

erstens dadurch charakterisirt werden, dass zwischen je $m+1$ (aber nicht schon zwischen je m) aufeinanderfolgenden Gliedern eine und dieselbe lineare Relation besteht, in welcher der Coëfficient des letzten Gliedes gleich *Eins* ist, d. h. also, dass eine lineare Recursionsformel $m$ter Ordnung, aber keine von niedrigerer Ordnung existirt,

zweitens dadurch, dass — wenn aus den Grössen c, wie oben, eine beliebige Anzahl Horizontalreihen gebildet und also c_{p+t} das $t$te Glied der $p$ten Horizontalreihe wird — jede Verticalreihe sich als eine lineare Function der m ersten (nicht aber der $m-1$ ersten) darstellen lässt.

Drittens werden die Grössen c durch die Bedingungen

$$|c_{i+k}| \gtrless 0 \ , \ |c_{p+q}| = 0 \quad \begin{pmatrix} i,k=0,1,\dots m-1\,;\ p=0,1,\dots m \\ q=0,1,\dots m-1,t;\ t=m,m+1,\dots \end{pmatrix}$$

vollständig charakterisirt.

Denn die Bedingung $|c_{i+k}| \gtrless 0$ ist schon am Schlusse des vorige Abschnittes als nothwendig hervorgehoben worden, und unter diese Bedingung sind die Gleichungen $|c_{p+q}| = 0$ mit der Voraussetzung dass sich jede Verticalreihe der Grössen c_{p+t} als lineare Functio der m ersten darstellen lasse, vollkommen äquivalent.

Setzt man für $2(m+r)+1$ Grössen $c_0, c_1, \dots c_{2(m+r)}$ unte Festhalten der Bedingung $|c_{i+k}| \gtrless 0$ das Bestehen der Gleichunge

$$|c_{p+q}| = 0 \quad (p=0,1,\dots m;\ q=0,1,\dots m-1,$$

also auch das Bestehen einer (bei Entwickelung von $|c_{p+q}|$ nac der durch t bezeichneten Verticalreihe sich ergebenden) Relation

$$(\mathrm{F}^\circ) \qquad c_{m+t} + \gamma_{m-1} c_{m+t-1} + \gamma_{m-2} c_{m+t-2} + \cdots + \gamma_0 c_t = 0$$

für $t = m, m+1, \dots m+r-1$ voraus, so werden in der Deter minante $(m+r+1)$ter Ordnung

$$|c_{p+q}| \qquad (p,q=0,1,\dots m+r$$

wenn man darin zu jeder der $r+1$ letzten Horizontalreihen d nächstvorhergehende, mit γ_{m-1} multiplicirt, die zweitvorhergehend mit γ_{m-2} multiplicirt, u. s. f. hinzufügt, alle diejenigen Elemen dieser letzten $r+1$ Horizontalreihen gleich Null, deren Index kle ner als $2m+r$ ist. Es wird demnach

$$\pm |c_{p+q}| = |c_{i+k}| (c_{2m+r} + \gamma_{m-1} c_{2m+r-1} + \cdots + \gamma_0 c_{m+r})^{r+1}$$
$$(i,k=0,1,\dots m-1\,;\ p,q=0,1,\dots m+r)$$

oder, da für jeden Werth von t

$$|c_{p+q}| = |c_{i+k}| (c_{m+t} + \gamma_{m-1} c_{m+t-1} + \cdots + \gamma_0 c_t)$$
$$(i,k=0,1,\dots m-1\,;\ p=0,1,\dots m\,;\ q=0,1,\dots m-1,t)$$

ist,

$$\pm |c_{p+q}| \cdot |c_{i+k}|^r = |c_{p+q}|^{r+1} \quad \begin{pmatrix} i,k=0,1,\dots m-1\,;\ p,q=0,1,\dots m+r \\ p=0,1,\dots m\,;\ q=0,1,\dots m-1,m+r \end{pmatrix}$$

so dass, da $|c_{i+k}| \gtrless 0$ ist, die beiden Determinanten

$$|c_{p+q}| \ , \ |c_{p+q}|$$

nur gleichzeitig Null werden können. Die Bedingungen

$$|c_{i+k}| \gtrless 0\ ,\ |c_{p+q}| = 0 \quad \begin{pmatrix} p=0,1,\ldots m;\ q=0,1,\ldots m-1, t \\ t=m, m+1,\ldots m+r;\ i,k=0,1,\ldots m-1 \end{pmatrix}$$

sind also mit den Bedingungen

$$|c_{i+k}| \gtrless 0\ ,\ |c_{p+q}| = 0 \quad \begin{pmatrix} p,q=0,1,\ldots t;\ t=m, m+1,\ldots m+r \\ i,k=0,1,\ldots m-1 \end{pmatrix}$$

äquivalent, und man kann daher

viertens die Grössen c dadurch charakterisiren, dass von den verschiedenen für $n = 1, 2, 3, \ldots$ aus den ersten h Horizontal- und Verticalreihen (c_{p+q}) zu bildenden Determinanten die der $m$ten Ordnung, nämlich $|c_{i+k}|$, die letzte von Null verschiedene ist, dass also die der $(m+1)$ten, $(m+2)$ten Ordnung u. s. w., d. h. die Determinanten

$$|c_{p+q}| \qquad (p,q=0,1,\ldots t)$$

für $t \geqq m$ sämmtlich verschwinden.

Um eine Reihe $c_0, c_1, c_2, \ldots$ von der angegebenen Art zu bilden, können die ersten $2m$ Grössen beliebig gewählt werden, jedoch mit der Massgabe, dass

$$|c_{i+k}| \gtrless 0 \qquad (i,k=0,1,\ldots m-1)$$

ist. Die folgenden Grössen $c_{2m}, c_{2m+1}, \ldots$ werden alsdann der Reihe nach bestimmt, wenn in der obigen Recursionsformel (F°), welche für $t = 0, 1, \ldots m-1$ von selbst erfüllt ist, nach einander $t = m, m+1, \ldots$ genommen wird.

VIII.

Es seien $c_0, c_1, \ldots c_{2m-1}$ beliebige Grössen und $C^{(m)}(x)$, $D^{(m)}(x)$ dadurch definirt, dass die Determinante

$$\begin{vmatrix} U & , & -c_0 & , & -c_1 & , \ldots & -c_{m-1} \\ -c_0 & , & c_0x - c_1 & , & c_1x - c_2 & , \ldots & c_{m-1}x - c_m \\ -c_1 & , & c_1x - c_2 & , & c_2x - c_3 & , \ldots & c_mx - c_{m+1} \\ \vdots & & & & & & \\ -c_{m-1} & , & c_{m-1}x - c_m & , & c_mx - c_{m+1} & , \ldots & c_{2m-2}x - c_{2m-1} \end{vmatrix}$$

für ein unbestimmtes U gleich

$$-C^{(m)}(x) + UD^{(m)}(x)$$

werden soll. Wendet man auf diese Determinante jene bekannte (z. B. in Baltzer's Lehrbuch, IV. Auflage, § 7, 3 vorkommende) Relation an, welche, wenn die Elemente der Determinante mit a_{ik} bezeichnet werden, durch die Formel

$$-|a_{ik}|\frac{\partial^2|a_{ik}|}{\partial a_{00}\partial a_{mm}}+\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{00}}\cdot\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{mm}}=\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{0m}}\cdot\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{m0}} \qquad (i,k=0,1,\ldots m)$$

dargestellt wird, so kommt[1])

$$(\mathrm{F})\quad C^{(m)}(x)D^{(m-1)}(x)-C^{(m-1)}(x)D^{(m)}(x)=|c_{i+k}|^2 \qquad (i,k=0,1,\ldots m-1);$$

denn es ist offenbar

$$\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{00}}=D^{(m)}(x)\ ,\quad \frac{\partial^2|a_{ik}|}{\partial a_{00}\partial a_{mm}}=D^{(m-1)}(x)$$

$$\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{mm}}=-C^{(m-1)}(x)+UD^{(m-1)}(x)$$

$$\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{0m}}=\frac{\partial|a_{ik}|}{\partial a_{m0}}=(-1)^{m-1}|c_{p+q}| \qquad (p,q=0,1,\ldots m-1).$$

Wird die obige Determinante $UD^{(m)}(x)-C^{(m)}(x)$ in der Weise transformirt, dass zuerst die erste Horizontalreihe, mit x multiplicirt, der zweiten, alsdann die zweite, mit x multiplicirt, der dritten hinzugefügt wird u. s. f., so entsteht eine Determinante

$$(\mathrm{F}')\quad \left|(U-\sum_k c_{k-1}x^{-k})x^h\ ,\ -c_h\ ,\ -c_{h+1}\ ,\ \ldots\ -c_{h+m-1}\right| \quad \binom{k=1,2,\ldots h}{h=0,1,\ldots m};$$

und man erhält also, wenn hierin die erste Verticalreihe an die letzte Stelle gebracht und für U die unendliche Reihe

$$\sum_{k=1}^{k=\infty} c_{k-1}x^{-k}$$

gesetzt wird, die Gleichung

$$(\mathrm{F}'')\quad -C^{(m)}(x)+D^{(m)}(x)\sum_{k=1}^{k=\infty}c_{k-1}x^{-k}=\left|c_h, c_{h+1}, \ldots c_{h+m-1}, \sum_t c_{h+t}x^{-t-1}\right| \qquad (h=0,1,\ldots m\ ;\ t=m,m+1,\ldots)$$

---

[1]) Dass die Gleichung (F) eigentlich mit jener Relation (Art. I, A') zwischen den Zählern und Nennern aufeinanderfolgender Näherungsbrüche identisch ist, folgt aus den Betrachtungen in meiner oben citirten Göttinger Notiz.

Aus dieser Gleichung erhellt unmittelbar, dass das Verschwinden aller Determinanten $(m+1)$ter Ordnung

$$|\, c_{h+k} \,| \qquad (h=0,1,\ldots m;\ k=0,1,\ldots m-1,\ t)$$

für $t = m, m+1, \ldots$ die nothwendige und hinreichende Bedingung für das Bestehen der Gleichung

$$(G) \qquad C^{(m)}(x) = D^{(m)}(x) \sum_{k=1}^{k=\infty} c_{k-1} x^{-k}$$

ist. Die Gleichung (G) wird inhaltlos, wenn $C^{(m)}(x)$ und $D^{(m)}(x)$ identisch gleich Null sind. Dies tritt, wie sich bei der Determinante (F') unmittelbar zeigt, dann und nur dann ein, wenn alle $m+1$ aus dem Systeme von $m(m+1)$ Elementen

$$c_{h+k} \qquad (h=0,1,\ldots m;\ k=0,1,\ldots m-1)$$

zu bildenden Determinanten $m$ter Ordnung verschwinden. Wird dieser Fall ausgeschlossen, so können die für das Bestehen der Gleichung (G) erforderlichen Bedingungen

$$|\, c_{h+k} \,| = 0 \qquad (h=0,1,\ldots m;\ k=0,1,\ldots m-1,\ t)$$

für $t = m, m+1, \ldots$ nicht erfüllt sein, ohne dass

$$|\, c_{i+k} \,| \gtrless 0 \qquad (i,k=0,1,\ldots m-1)$$

ist. Wäre nämlich diese Determinante der ersten m^2 Grössen c_{i+k} gleich Null, also die Determinante $D^{(m)}(x)$ von niedrigerem als dem $m$ten Grade, so müsste deren Entwickelung nach der letzten Verticalreihe eine Gleichung

$$|\, c_h, c_{h+1}, \ldots c_{h+m-1}, x^h \,|_{(h=0,1,\ldots m)} = b_l x^l + b_{l-1} x^{l-1} + \ldots + b_1 x + b_0$$

liefern, in welcher $l < m$ wäre. Wird hierin c_{t+h} an Stelle von x^h gesetzt, so kommt

$$b_l c_{t+l} + b_{l-1} c_{t+l-1} + \ldots + b_1 c_{t+1} + b_0 c_t = |\, c_{h+k} \,|_{\binom{h=0,1,\ldots m}{k=0,1,\ldots m-1,t}},$$

und da die Determinante rechts für $t = 0, 1, \ldots m-1$ an und für sich verschwindet, während deren Verschwinden für $t = m, m+1, \ldots$ für das Bestehen der Gleichung (G) erfordert wird, so müsste der Ausdruck links für alle Werthe von t gleich Null sein, es müsste also schon zwischen je $l+1$ aufeinanderfolgenden Grössen c eine und dieselbe lineare Relation bestehen. Dann würde aber $D^{(m)}(x)$ identisch Null werden.

Jene Ungleichheit $|c_{i+k}| \gtrless 0$ ist also die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass die Gleichung (G) erfüllt wird, ohne dass beide Seiten derselben für sich Null werden, also auch die Bedingung dafür, dass gegebene Grössen $c_0, c_1, \ldots c_{2m-1}$ die $2m$ ersten Coëfficienten der Entwickelung von $\frac{C^{(m)}(x)}{D^{(m)}(x)}$ nach fallenden Potenzen von x bilden; die folgenden Coëfficienten $c_{2m}, c_{2m+1}, \ldots$ sind dann durch eine lineare Recursionsformel $m$ter Ordnung, deren Coëfficienten denen von $D^{(m)}(x)$ proportional sind, nämlich durch die Gleichungen

$$|c_{h+k}| = 0 \qquad (h=0,1,\ldots m;\ k=0,1,\ldots m-1,$$

und ebenso durch die nach Art. VII hiermit äquivalenten Bedingungen

$$|c_{p+q}| = 0 \qquad (p,q=0,1,$$

für $t = m, m+1, \ldots$, d. h. also dadurch bestimmt, dass jede aus den ersten n^2 Grössen c_{p+q} gebildete Determinante verschwinden soll, sobald $n > m$ ist.

IX.

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass eine nach fallenden Potenzen von x fortschreitende Reihe

$$\sum_{k=1}^{k=\infty} c_{k-1} x^{-k}$$

aus der Entwickelung einer rationalen Function von x hervorgegangen sei, ist die Existenz einer linearen Recursionsformel d. i. das Bestehen einer und derselben linearen Relation zwischen je $n+1$ aufeinanderfolgenden Coëfficienten c, auf Grund deren die Reihen selbst auch als recurrirende bezeichnet werden. Denn, wenn bei der Multiplication der Reihe $\Sigma c_{k-1} x^{-k}$ mit einer ganzen Function $n$ten Grades

$$\sum_{k=0}^{k=n} b_k x^k \qquad (b_n \gtrless 0$$

die sämmtlichen Glieder mit negativen Potenzen von x wegfallen sollen, so muss die Gleichung

$$\sum_{p=0}^{p=n} b_p c_{p+t} = 0 \qquad (b_n \gtrless 0$$

für alle Werthe $t = 0, 1, 2, \ldots$ befriedigt sein. Es ist hiernach

$c_0, c_1, c_2, \ldots$ eine Reihe Grössen von der Beschaffenheit, wie sie in Art. VII näher dargelegt worden, und die Coëfficienten c sind also z. B. (gemäss Art. VII, 4) dadurch zu charakterisiren, dass die Reihe der Determinanten

$$c_1\ ,\ \begin{vmatrix} c_0 & c_1 \\ c_1 & c_2 \end{vmatrix}\ ,\ \begin{vmatrix} c_0 & c_1 & c_2 \\ c_1 & c_2 & c_3 \\ c_2 & c_3 & c_4 \end{vmatrix}\ ,\ \begin{vmatrix} c_0 & c_1 & c_2 & c_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 & c_4 \\ c_2 & c_3 & c_4 & c_5 \\ c_3 & c_4 & c_5 & c_6 \end{vmatrix}\ ,\ \ldots\ldots$$

bricht, d. h. dass die Glieder dieser Reihe, von einem gewissen Liede an, sämmtlich gleich Null werden. Besteht die Reihe dieser Determinanten in diesem Sinne nur aus m Gliedern (von denen aber auch einige gleich Null sein können), so ist

$$(G^{(m)}) \qquad |c_{i+k}| \gtrless 0\ ,\ |c_{p+q}| = 0 \qquad (i,k = 0,1,\ldots m-1;\ p,q = 0,1,\ldots t;\ t \geqq m),$$

und es finden sich daher jene Bedingungen erfüllt, welche am Schlusse des vorigen Abschnittes für das Bestehen der Gleichung

$$(G') \qquad \frac{C^{(m)}(x)}{D^{(m)}(x)} = \sum_{k=1}^{k=\infty} c_{k-1} x^{-k}$$

hergestellt worden sind. Dabei ist $D^{(m)}(x)$ genau vom Grade m, der Coëfficient von x^m in $D^{(m)}(x)$ jene Determinante $|c_{i+k}|$, also von Null verschieden ist; ferner haben, wie die Gleichung (F) Art. VIII zeigt, $C^{(m)}(x)$ und $D^{(m)}(x)$ keinen gemeinsamen Factor,

es sind hiernach durch die Bedingungen $G^{(m)}$ (vgl. Art. VII, 4) sowie überhaupt durch jede der vier im VII. Abschnitt angegebenen Bestimmungsweisen die Grössen $c_0, c_1, c_2, \ldots$ als Coëfficienten der Entwickelung eines Bruches nach fallenden Potenzen von x charakterisirt, welcher in der reducirten Form einen Nenner $m$ten Grades und einen Zähler von niedrigerem Grade hat, und dieser Bruch ist als Quotient zweier Determinanten $C^{(m)}(x), D^{(m)}(x)$ darzustellen, deren Elemente nur die ersten $2m$ Grössen c enthalten.

X.

Geht man von einer gegebenen rationalen Function $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ aus, in welcher $f(x)$ vom Grade n und $f_1(x)$ vom Grade $n - n_1 < n$ ist, so können die ersten $2n$ Coëfficienten $c_0, c_1, \ldots c_{2n-1}$ in der Entwickelung

$$\frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{k=1}^{k=\infty} c_{k-1} x^{-k},$$

wie schon oben am Ende von Art. III erwähnt worden, einerseits durch die Differentialquotienten von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$, andrerseits durch eine dort näher charakterisirte Reihe von linearen Gleichungen aus den Coëfficienten von $f(x)$ und $f_1(x)$ bestimmt werden. Es können somit an Stelle dieser Coëfficienten jene $2n$ Entwickelungs-Coëfficienten $c_0, c_1, \ldots c_{2n-1}$ als gegebene Grössen eingeführt werden; in diesen drücken sich alsdann die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür, dass $f(x)$ und $f_1(x)$ einen gemeinsamen Theiler vom Grade $n - m$ haben, einfach durch die $n - m$ Gleichungen

$$|c_{p+q}| = 0 \quad (p, q = 0, 1, \ldots t;\ t = m, m+1, \ldots n-1)$$

aus, denen aber noch die Ungleichheit

$$|c_{i+k}| \gtrless 0 \qquad (i, k = 0, 1, \ldots m-1)$$

hinzuzufügen ist, wenn dies der grösste gemeinsame Theiler sein soll. Denn dies sind, wie im vorigen Abschnitte gezeigt worden, Bedingungen dafür, dass jene Entwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ die eines Bruches ist, der in der reducirten Form einen Nenner $m$ten Grades hat. Es sind dies freilich nicht alle Bedingungen, aber die übrigen, nämlich

$$|c_{p+q}| = 0 \quad (p, q = 0, 1, \ldots t;\ t = n, n+1, \ldots),$$

sind bei der Entwickelung des Bruches $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ von selbst erfüllt.

Genügen die Grössen c jenen angegebenen $n - m$ Bedingungsgleichungen, so sind nach Art. VI u. VII alle Determinanten $(m+1)$ter Ordnung $|c_{p+q}|$ gleich Null, und es bestimmt sich daher eine ganze Function $f(x)$ oder

$$b_0 + b_1 x + \cdots + b_n x^n,$$

bei deren Multiplication mit $\Sigma c_{k-1} x^{-k}$ die negativen Potenzen von x wegfallen sollen, auf Grund der Gleichungen

$$\sum_{p=0}^{p=n} b_p c_{p+t} \qquad (t = 0, 1, 2, \ldots)$$

gemäss Art. V als Determinante

$$\text{(H)} \quad \begin{vmatrix} c_0 & , c_1 & , \ldots c_{m-1} & , b_m c_m & + b_{m+1} c_{m+1} + \cdots + b_n c_n \\ c_1 & , c_2 & , \ldots c_m & , b_m c_{m+1} & + b_{m+1} c_{m+2} + \cdots + b_n c_{n+1} \\ \vdots & & & & \\ c_{m-1} & , c_m & , \ldots c_{2m-2} & , b_m c_{2m-1} & + b_{m+1} c_{2m} + \cdots + b_n c_{m+n-1} \\ 1 & , x & , \ldots x^{m-1} & , b_m x^m & + b_{m+1} x^{m+1} + \cdots + b_n x^n \end{vmatrix},$$

welche mit $\Delta(b_m, b_{m+1}, \ldots b_n)$ bezeichnet werden möge. Alsdann ist nach der im Art. VIII eingeführten Bedeutung von $C^{(m)}(x)$ und $D^{(m)}(x)$

$$D^{(m)}(x) = \Delta(1, 0, 0 \ldots 0),$$

wie unmittelbar aus dem dort mit (F′) bezeichneten Determinanten-Ausdrucke erhellt, und ferner nach Art. IX

$$\frac{C^{(m)}(x)}{D^{(m)}(x)} = \frac{f_1(x)}{f(x)},$$

so dass $\Delta(b_m, b_{m+1}, \ldots b_n)$ eine beliebige durch $\Delta(1, 0, \ldots 0)$ theilbare Function $n$ten Grades darstellen muss. Um das, was hier indirect erschlossen worden ist, direct nachzuweisen, braucht nur gezeigt zu werden, dass jene Determinante (H) überhaupt durch $\Delta(1, 0, \ldots 0)$ theilbar ist, da sie die erforderliche Allgemeinheit in den $n - m + 1$ Coëfficienten $b_m, b_{m+1}, \ldots b_n$ offenbar enthält.

Bezeichnet man die $(m+1)^2$ Elemente jener Determinante (H) mit

$$a_{ik} \qquad (i, k = 0, 1, \ldots m),$$

fügt eine $(m+2)$te Verticalreihe, in welcher

$$a_{0, m+1} = c_m, a_{1, m+1} = c_{m+1}, \ldots a_{m-1, m+1} = c_{2m-1}, a_{m, m+1} = x^m$$

ist, und eine $(m+2)$te Horizontalreihe

$$a_{m+1, 0}, a_{m+1, 1}, \ldots\ldots a_{m+1, m}, a_{m+1, m+1}$$

hinzu und bezeichnet die Adjungirten dieser $(m+2)^2$ Grössen

$$a_{gh} \quad \text{mit} \quad \alpha_{gh} \qquad (g, h = 0, 1, \ldots m+1),$$

so ist

$$\alpha_{m+1,m+1} = \Delta(b_m, b_{m+1}, \dots b_n) \ , \ -\alpha_{m+1,m} = \Delta(1, 0, \dots 0)$$

und

$$-\alpha_{m+1,0} = \begin{vmatrix} c_1 & c_2 & \dots & c_{m-1} & c_m & b_m c_m + \dots + b_n c_n \\ c_2 & c_3 & \dots & c_m & c_{m+1} & b_m c_{m+1} + \dots + b_n c_{n+1} \\ \vdots & & & & & \\ c_m & c_{m+1} & \dots & c_{2m-2} & c_{2m-1} & b_m c_{2m-1} + \dots + b_n c_{n+m-1} \\ x & x^2 & \dots & x^{m-1} & x^m & b_m x^m + \dots + b_n x^n \end{vmatrix}$$

oder, da in dieser Determinante mittels der aus den Gleichungen

$$|c_{p+q}| = 0 \quad (p = 0, 1, \dots m; \ q = 0, 1, \dots n-1.)$$

hervorgehenden Relation (F°) des VII. Abschnittes die n ersten Horizontalreihen durch vorhergehende ersetzt, d. h. also alle Indices der Grössen c um eine Einheit vermindert werden können, wenn mit $(-1)^m \gamma_0$ multiplicirt wird,

$$(-1)^{m+1} \alpha_{m+1,0} = \gamma_0 x \Delta(b_{m+1}, b_{m+2}, \dots b_n, 0) \ .$$

Nun ist nach einer schon oben im Anfang von Art. VIII citirten Determinanten-Formel

$$\alpha_{fi}\alpha_{gk} - \alpha_{fk}\alpha_{gi} = |a_{pq}| \frac{\partial \alpha_{fi}}{\partial a_{gk}} \quad (p, q = 0, 1, \dots n+1)$$

und also

$$\text{(I)} \qquad \alpha_{fh} \frac{\partial \alpha_{fi}}{\partial a_{gk}} - \alpha_{fi} \frac{\partial \alpha_{fh}}{\partial a_{gk}} + \alpha_{fk} \frac{\partial \alpha_{fh}}{\partial a_{gi}} = 0 \ ,$$

wie unmittelbar erhellt, wenn man die drei partiellen Ableitungen gemäss der vorhergehenden Determinanten-Formel durch die ihnen proportionalen Determinanten

$$\alpha_{fi}\alpha_{gk} - \alpha_{fk}\alpha_{gi} \ , \ \alpha_{fh}\alpha_{gk} - \alpha_{fk}\alpha_{gh} \ , \ \alpha_{fh}\alpha_{gi} - \alpha_{fi}\alpha_{gh}$$

ersetzt. Nimmt man in der Gleichung (I)

$$f = h = m+1 \ , \ g = i = m \ , \ k = 0 \ ,$$

so erhält man eine lineare Relation zwischen

$$\Delta(b_m, b_{m+1}, \dots b_n) \ , \ x\Delta(b_{m+1}, \dots b_n, 0) \ , \ \Delta(1, 0, 0 \dots 0)$$

mit von x unabhängigen Coëfficienten, welche zeigt, dass die erste der drei Determinanten durch die dritte theilbar sein muss, wenn

es die zweite ist, und welche also durch Inductionsschluss zum Nachweise führt, dass für beliebige Werthe von $b_m, b_{m+1}, \ldots b_n$ in der That $\Delta(b_m, b_{m+1}, \ldots b_n)$ durch $\Delta(1, 0, \ldots 0)$ theilbar ist. — Eine nähere Discussion der Coëfficienten ergiebt übrigens für jene lineare Relation die einfache Form:

$$\Delta(b_m, b_{m+1}, \ldots b_n) - x\Delta(b_{m+1}, \ldots b_n, 0) = C.\Delta(1, 0, \ldots 0),$$

wo C durch die Gleichung

$$|c_{i+k}| . C = |c_h, c_{h+1}, \ldots c_{h+m-2}, b_m c_{h+m-1} + \cdots + b_n c_{h+n-1}|$$
$$(h, i, k = 0, 1, \ldots m-1)$$

bestimmt ist, und in dieser Form kann die Relation auch leicht verificirt werden.

XI.

Die schon am Schlusse von Art. III erwähnte Aufgabe der vollständigen Auflösung des Gleichungssystems

$$(D) \qquad \sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu;\ q = 0, 1, \ldots \nu-1),$$

auf welche jetzt eingegangen werden soll, verlangt für die 2ν gegebenen Grössen

$$c_0, c_1, \ldots c_{2\nu-1}$$

die Aufstellung einer zwischen je ν aufeinanderfolgenden gültigen linearen Relation. Eine solche ist nur dann für die 2ν Grössen c eine Recursionsformel im eigentlichen Sinne, wenn β_ν von Null verschieden ist. Aber in allen Fällen hängt die besondere Natur der Auflösung jenes Gleichungssystems (D) wesentlich von den für die Grössen c oder nur für einen Theil derselben bestehenden Recursionsformeln ab.

Denkt man sich die 2ν Grössen c in $\nu+1$ (durch die verschiedenen Werthe von p bezeichnete) Horizontalreihen von je ν Elementen

$$c_{p+q} \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu;\ q = 0, 1, \ldots \nu-1)$$

geordnet, so giebt es eine grösste Zahl λ, wofür

$$|c_{i+k}| \gtrless 0 \qquad (i, k = 0, 1, \ldots \lambda-1)$$

ist. Falls $\lambda < \nu$ ist, verschwinden nach Art. VII die sämmtlichen aus den ersten $\lambda+1$ Horizontalreihen zu bildenden Determinanten $(\lambda+1)$ter Ordnung, d. h. es wird

$$|c_{p+q}| = 0 \quad (p=0,1,\ldots\lambda;\ q=0,1,\ldots\lambda-1;\ \ell=\lambda,\lambda+1,\ldots\nu-1).$$

Es können aber auch die sämmtlichen Determinanten $(\lambda+1)$ter Ordnung verschwinden, welche bei Hinzunahme der folgenden $\mu-\lambda$ Horizontalreihen zu bilden sind. Die allgemeinste über die 2ν Grössen c zu machende Voraussetzung besteht hiernach darin,

dass erstens λ die grösste Zahl sei, wofür

$$|c_{i+k}| \gtrless 0 \qquad (i,k=0,1,\ldots\lambda-1)$$

ist, und dass zweitens μ die grösste Zahl sei, wofür alle aus dem System

$$c_{p+q} \qquad (p=0,1,\ldots\mu;\ q=0,1,\ldots\nu-1)$$

zu bildenden Determinanten $(\lambda+1)$ter Ordnung verschwinden.

Hierbei ist $\lambda \leqq \mu \leqq \nu$. Entwickelt man die der Voraussetzung nach verschwindende Determinante

$$|c_{p+q}| \quad (p=0,1,\ldots\lambda;\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\tau-\lambda;\ \tau-\lambda=0,1,\ldots\nu-1)$$

nach der letzten Verticalreihe, so erhält man eine Recursionsformel wie die im Art. VII mit (F°) bezeichnete

$$(K) \qquad c_\tau + \gamma_{\lambda-1}c_{\tau-1} + \cdots + \gamma_1 c_{\tau-\lambda+1} + \gamma_0 c_{\tau-\lambda} = 0\ ,$$

wo $\tau < \lambda+\nu$ ist. Wird nun diese Formel bis $\tau = \varkappa+\nu-2$ als gültig angenommen, so bleibt die Determinante

$$|c_{p+q}| \quad (p=0,1,\ldots\lambda-1,\varkappa;\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\nu-1)$$

ungeändert, wenn man jedem Gliede der letzten Horizontalreihe $c_{\varkappa+q}$ den Ausdruck

$$\gamma_{\lambda-1}c_{\varkappa+q-1} + \cdots + \gamma_1 c_{\varkappa-\lambda+q+1} + \gamma_0 c_{\varkappa-\lambda+q}$$

hinzufügt, da derselbe auf Grund jener Annahme als lineare Function der ersten λ Horizontalreihen darstellbar ist. Durch diese Hinzufügung werden aber die ersten λ Glieder der letzten Horizontalreihe gleich Null, und es resultirt also die Gleichung

$$|c_{p+q}| = |c_{i+k}|\,(c_{\varkappa+\nu-1} + \gamma_{\lambda-1}c_{\varkappa+\nu-2} + \cdots + \gamma_0 c_{\varkappa+\nu-\lambda-1})\ ,$$
$$(p=0,1,\ldots\lambda-1,\varkappa;\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\nu-1;\ i,k=0,1,\ldots\lambda-1)$$

aus welcher man, da $|c_{i+k}| \gtrless 0$ ist, erschliesst, dass die Gültigkeit der Recursionsformel (K) für $\tau = \varkappa+\nu-1$ und das Verschwinden der Determinante $|c_{p+q}|$ sich gegenseitig bedingen. Wird

diese Schlussweise bis zum Werthe $\varkappa = \mu$ fortgesetzt, so zeigt sich, dass das System von Bedingungen

$$(K^\circ) \quad |c_{i+k}| \gtrless 0 \quad , \quad |c_{p+q}| = 0 \quad , \quad |c_{p'+q'}| \gtrless 0$$
$$(i,k=0,\ldots\lambda-1) \quad , \quad \begin{pmatrix} p=0,1,\ldots\lambda-1,\varkappa;\ \varkappa \leqq \mu \\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\nu-1 \end{pmatrix} \quad , \quad \begin{pmatrix} p'=0,1,\lambda-1,\mu+1 \\ q'=0,1,\ldots\lambda-1,\nu-1 \end{pmatrix}$$

mit dem Bedingungssystem

$$(K') \quad |c_{i+k}| \gtrless 0 \quad , \quad |c_{p+q}| = 0 \quad , \quad |c_{p'+q'}| \gtrless 0$$
$$(i,k=0,1,\ldots\lambda-1) \quad , \quad \begin{pmatrix} p=0,1,\ldots\lambda;\ 2\lambda \leqq \tau < \mu+\nu \\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\tau-\lambda \end{pmatrix} \quad , \quad \begin{pmatrix} p'=0,1,\ldots\lambda; \\ q'=0,1,\ldots\lambda-1,\mu+\nu-\lambda \end{pmatrix}$$

vollständig äquivalent ist, und auf Grund der im Art. VII enthaltenen Entwickelung kann diesen beiden Bedingungssystemen das folgende

$$(K'') \quad |c_{i+k}| \gtrless 0 \quad , \quad |c_{p+q}| = 0 \quad , \quad |c_{p'+q'}| \gtrless 0$$
$$(i,k=0,1,\ldots\lambda-1) \quad , \quad (p,q=0,1,\ldots\tau-\lambda;\ 2\lambda \leqq \tau < \mu+\nu) \quad , \quad (q',p'=0,1,\ldots\mu+\nu-\lambda)$$

als drittes äquivalentes hinzugefügt werden, wenn man die gegebene Grössenreihe

$$c_0 \ , \ c_1 \ , \ \ldots \ c_{2\nu-1}$$

in ganz beliebiger Weise bis $c_{3\mu+3\nu-2\lambda}$ fortsetzt.

Denkt man sich in den Bedingungen (K') die Determinante $|c_{p+q}|$ nach der letzten Verticalreihe entwickelt und durch die von Null verschiedene Determinante $|c_{i+k}|$ dividirt, so kommt

$$(K_\lambda) \quad \begin{matrix} c_\tau + \gamma_{\lambda-1}c_{\tau-1} + \cdots + \gamma_1 c_{\tau-\lambda+1} + \gamma_0 c_{\tau-\lambda} = 0 \\ c_{\mu+\nu} + \gamma_{\lambda-1}c_{\mu+\nu-1} + \cdots + \gamma_1 c_{\mu+\nu-\lambda+1} + \gamma_0 c_{\mu+\nu-\lambda} \gtrless 0 \end{matrix} \qquad (\lambda \leqq \tau < \mu+\nu),$$

und da einerseits die Bedingungen (K°) aus den Eigenschaften der 2ν Grössen c, durch welche sie oben charakterisirt worden, unmittelbar hervorgehen, andrerseits die zweite dieser Eigenschaften eine offenbare Consequenz der Bedingungen (K_λ) ist, so kann die Reihe der 2ν Grössen c ebensowohl durch diese Bedingungen (K_λ), unter Hinzunahme der Bedingung $|c_{i+k}| \gtrless 0$, also dadurch charakterisirt werden,

dass erstens die Determinante λter Ordnung

$$|c_{i+k}| \qquad (i,k=0,1,\ldots\lambda-1)$$

von Null verschieden ist, und dass zweitens für die ersten $\mu+\nu$ Glieder der Reihe c, aber auch nur für diese, eine lineare Recursionsformel λter Ordnung besteht.

Hierbei ist nochmals hervorzuheben, dass die unter den Bedingungen (K') enthaltene Gleichung

$$|c_{p+q}| = 0 \quad (p=0,1,\ldots\lambda;\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\tau-\lambda)$$

für die Werthe

$$\tau = \lambda\ ,\ \lambda+1\ ,\ \ldots\ \mu+\nu-1$$

eine lineare, für die ersten $\mu+\nu$ Glieder der Reihe c geltende Recursionsformel darstellt, welche mit der Formel (K) übereinstimmt, da deren Coëfficienten γ den Unterdeterminanten proportional sind, welche die Coëfficienten der Entwickelung von $|c_{p+q}|$ nach der letzten Verticalreihe bilden.

Um für die Reihe der 2ν hier charakterisirten Grössen c die allgemeinste Recursionsformel aufzustellen, welche von Anfang an und mindestens νmal hintereinander Geltung hat, bedarf es, wie schon am Schlusse des Art. III bemerkt worden, der vollständigen Auflösung des dort mit (D) bezeichneten Gleichungssystems

$$\sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \quad (p=0,1,\ldots\nu;\ q=0,1,\ldots\tau-1),$$

in welchem die Verhältnisse der $\nu+1$ Coëfficienten β die zu bestimmenden Grössen sind. Ersetzt man jede der Gleichungen (D), welche dem Werthe $q \geqq \lambda$ entspricht, durch das Aggregat

$$(D^\circ)\quad \sum \beta_p c_{p+q} + \gamma_{\lambda-1}\sum_p \beta_p c_{p+q-1} + \cdots + \gamma_0 \sum_p \beta_p c_{p+q-\lambda} \quad (p=0,1,\ldots\nu),$$

so gelangt man zu $\nu-\lambda$ Gleichungen (D°), von denen die ersten $\mu-\lambda$, den Werthen $q=\lambda,\lambda+1,\ldots\mu-1$ entsprechenden, vermöge der bis zu $\tau=\mu+\nu-1$ gültigen Recursionsformel (K) von selbst erfüllt sind, während jede der folgenden $\nu-\mu$ Gleichungen (D°), die einem Werthe

$$q = \mu+\varkappa \qquad (\varkappa=0,1,\ldots\nu-\mu)$$

entspricht, sich auf die Glieder, welche mit β_ν, $\beta_{\nu-1}$, ... $\beta_{\nu-\varkappa}$ multiplicirt sind, reducirt. Dabei hat $\beta_{\nu-\varkappa}$ den Factor

$$c_{\mu+\nu} + \gamma_{\lambda-1}c_{\mu+\nu-1} + \cdots + \gamma_0 c_{\mu+\nu-\lambda},$$

welcher von Null verschieden ist, da die Recursionsformel (K) der Voraussetzung nach für $\tau=\mu+\nu$ nicht mehr Geltung hat. Aus den Gleichungen (D°) für $q=\mu,\mu+1,\ldots\nu-1$ ergeben sich daher nach einander die Werthe

$$\beta_\nu = 0 \ , \ \beta_{\nu-1} = 0 \ , \ \ldots \ \beta_{\mu+1} = 0 \ ,$$

und das Gleichungssystem (D) reducirt sich demgemäss auf das folgende

$$(L) \qquad \sum_h \beta_h c_{h+k} = 0 \quad (h = 0, 1, \ldots \mu ; \ k = 0, 1, \ldots \lambda - 1),$$

aus welchem sich die $\mu + 1$ Grössen β, da nur λ Gleichungen vorhanden sind, mit einer $(\mu - \lambda + 1)$fachen Unbestimmtheit ergeben.

Führt man an Stelle der $\mu + 1$ Grössen β ebenso viel Grössen α mittels der Gleichungen

$$(M^\circ) \qquad \beta_h = \alpha_h + \alpha_{h+1}\gamma_{\lambda-1} + \alpha_{h+2}\gamma_{\lambda-2} + \cdots + \alpha_{h+\lambda}\gamma_0 \quad (h = 0, 1, \ldots \mu)$$

ein, in denen diejenigen Grössen α, deren Index grösser als μ ist, gleich Null zu nehmen sind, so geht die Gleichung (L) in

$$(L') \quad \sum_h \alpha_h c_{h+k} + \gamma_{\lambda-1} \sum_h \alpha_{h+1} c_{h+k} + \cdots + \gamma_0 \sum_h \alpha_{h+\lambda} c_{h+k} = 0 \quad (h = 0, 1, \ldots \mu)$$

über, und die $\mu + 1$ Grössen $\alpha_0 , \alpha_1 , \ldots \alpha_\mu$ sind demnach so zu bestimmen, dass diese Gleichung (L') für jeden der Werthe $k = 0 , 1 , \ldots \lambda - 1$ erfüllt wird. In der Gleichung (L') werden nun die Coëfficienten von

$$\alpha_\lambda \ , \ \alpha_{\lambda+1} \ , \ \cdots \ \alpha_\mu$$

vermöge der Recursionsformel (K) gleich Null, und zwar, da diese für die ersten $\mu + \nu$ Grössen c gilt, für jeden der Werthe $k = 0, 1, \ldots \nu - 1$; die Gleichung (L') reducirt sich daher auf die Gleichung

$$(L'') \quad \sum_h (\alpha_h + \alpha_{h+1}\gamma_{\lambda-1} + \alpha_{h+2}\gamma_{\lambda-2} + \cdots + \alpha_{\lambda-1}\gamma_{h+1}) c_{h+k} = 0 \quad (h = 0, 1, \ldots \lambda - 1),$$

in welcher $\gamma_\lambda = 1$ zu nehmen ist, und diese Gleichung (L'') kann für die λ Werthe $k = 0 , 1 , \ldots \lambda - 1$, da die Determinante

$$| c_{h+k} | \qquad (h, k = 0, 1, \ldots \lambda - 1)$$

von Null verschieden ist, nur dadurch befriedigt werden, dass für jeden der Werthe $h = 0 , 1 , \ldots \lambda - 1$ der Ausdruck

$$\alpha_h + \alpha_{h+1}\gamma_{\lambda-1} + \alpha_{h+2}\gamma_{\lambda-2} + \cdots + \alpha_{\lambda-1}\gamma_{h+1}$$

und also jede der λ Grössen $\alpha_0 , \alpha_1 , \ldots \alpha_{\lambda-1}$ selbst gleich Null wird. Die allgemeine Auflösung der Gleichungen (L) wird hiernach durch die Gleichung (M°) gegeben, wenn darin $\alpha_\lambda , \alpha_{\lambda+1} , \ldots \alpha_\mu$ als willkürliche Grössen, die übrigen α aber, deren Index kleiner als λ oder grösser als μ ist, gleich Null angenommen werden. Da nun

bei diesen Festsetzungen der Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung (M°) für die zwischen μ und ν liegenden Werthe von h verschwindet, für welche auch β_h in den Gleichungen (D) gleich Null zu setzen ist, so wird die allgemeine und vollständige Auflösung des Gleichungssystems

$$\text{(D)} \qquad \sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu;\ q = 0, 1, \ldots \nu - 1),$$

von welchem ausgegangen wurde, durch die Formel

$$\text{(M)} \qquad \beta_p = \alpha_p + \alpha_{p+1}\gamma_{\lambda-1} + \alpha_{p+2}\gamma_{\lambda-2} + \cdots + \alpha_{p+\lambda}\gamma_0 \qquad (p = 0, 1, \ldots$$

gegeben, wenn

$$\alpha_0 = 0\ ,\ \alpha_1 = 0\ ,\ \ldots\ \alpha_{\lambda-1} = 0\ ;\ \alpha_{\mu+1} = 0\ ,\ \alpha_{\mu+2} = 0\ ,\ \ldots\ \alpha_{\nu+1} = 0$$

gesetzt wird, die Grössen

$$\alpha_\lambda\ ,\ \alpha_{\lambda+1}\ ,\ \ldots\ \alpha_\mu$$

aber willkürlich bleiben, und auf Grund der Formel (M) werden die Grössen β_p den Determinanten $(\lambda+1)$ter Ordnung

$$\left| c_h\ ,\ c_{h+1}\ ,\ \ldots\ c_{h+\lambda-1}\ ,\ \alpha_{p-h+\lambda} \right| \qquad (h = 0, 1, \ldots$$

proportional.

Der Ausdruck auf der linken Seite der Gleichung (D) wird, wenn man den Werth von β_p aus der Formel (M) entnimmt,

$$\sum_{p=\lambda}^{p=\mu} \alpha_p \left(c_{p+q} + \gamma_{\lambda-1} c_{p+q-1} + \cdots + \gamma_0 c_{p+q-\lambda}\right),$$

und jede der Gleichungen (D) selbst wird hiernach ein Aggregat von $\mu - \lambda + 1$ mit willkürlichen Coëfficienten α multiplicirten Recursionsformeln (K), welche $\mu - \lambda + 1$ aufeinanderfolgenden Werthen von τ entsprechen. Dies ist aber der vorstehenden Entwickelung zufolge die allgemeinste Art und Weise des Bestehens der Gleichungen (D), oder mit anderen Worten, die allgemeinste Art und Weise für die Reihe der Grössen c eine lineare Recursionsformel aufzustellen, welche vom Anfang an νmal hinter einander Geltung hat und daher höchstens νter Ordnung ist (vgl. den Schluss des Art. III). Es giebt also keine andern, νmal nach einander auf die Grössenreihe $c_0, c_1, c_2, \ldots$ anwendbaren Recursionsformeln als solche, die aus der Recursionsformel λter Ordnung (K) entstehen, wenn darin für τ eine Anzahl aufeinanderfolgender Werthe genommen, jede der bezüglichen Formeln mit einem beliebigen Coëfficienten multiplicirt und alsdann ein Aggregat aus allen diesen Formeln

gebildet wird. Die Recursionsformel (K) ist deshalb als eine „*primitive*“ und jedes in der angegebenen Weise gebildete Aggregat als eine „*derivirte*“ oder „*abgeleitete*“ Recursionsformel zu bezeichnen. Auf Grund dessen ist dann die Reihe $c_0, c_1, \ldots c_{2\nu-1}$ endlich dadurch zu charakterisiren,

> dass für dieselbe eine primitive lineare Recursionsformel λter Ordnung besteht, welche aber nur für die ersten $\mu + \nu$ Glieder Geltung hat.

Geht man von dieser Art der Charakterisirung der Reihe $c_0, c_1, \ldots c_{2\nu-1}$ aus, so ergiebt sich die primitive Recursionsformel selbst aus den λ Gleichungen, welche die Bedingung enthalten, dass jede der Grössen $c_\lambda, c_{\lambda+1}, \ldots c_{2\lambda-1}$ sich mittels der Formel (K) linear durch die λ unmittelbar vorhergehenden darstellen lässt. Die allgemeinste abgeleitete Recursionsformel, welche von der Ordnung μ ist, geht alsdann in der oben angegebenen Weise aus der primitiven hervor.

XII.

In dem besonderen Falle, wo $\lambda = \mu = \nu$ ist, bilden die 2ν Grössen c, wie am Schlusse des Art. VIII erwähnt worden, die ersten 2ν Coëfficienten der Entwickelung eines Bruches nach fallenden Potenzen von x, der in seiner reducirten Form einen Nenner νten Grades hat. Es kann aber nunmehr auch für eine ganz beliebige Reihe von 2ν Grössen c der einfachste Bruch, d. h. ein solcher mit einem Nenner von möglichst niedrigem Grade bestimmt werden, dessen Entwickelung nach fallenden Potenzen von x mit

$$c_0 x^{-1} + c_1 x^{-2} + \cdots + c_{2\nu-1} x^{-2\nu}$$

beginnt, so dass die 2ν gegebenen Grössen c die ersten Entwickelungscoëfficienten bilden.

Gemäss den Ausführungen im Art. VIII und IX ist das Bestehen einer primitiven linearen Recursionsformel λter Ordnung charakteristisch für die Coëfficienten der Entwickelung eines Bruches, welcher in der reducirten Form einen Nenner λten Grades hat. Sind daher die 2ν Grössen c so beschaffen, dass $\mu = \nu$ ist, d. h. dass die primitive Recursionsformel λter Ordnung (K) für alle 2ν Grössen c Geltung hat, so sind sie die ersten 2ν Coëfficienten für den Bruch $\frac{C^{(\lambda)}(x)}{D^{(\lambda)}(x)}$ nach der im Art. VIII angenommenen Bezeichnungs-

weise. Ist aber $\mu < \nu$, so kann die gegebene Grössenreihe $c_0, c_1, \ldots c_{2\nu-1}$ in ganz beliebiger Weise, wie schon oben im Art. XI bei den Bedingungen (K″) ausgeführt ist, bis zum $2(\mu+\nu-\lambda+1)$ten Gliede fortgesetzt werden, um aus diesen $2(\mu+\nu-\lambda+1)$ Coëfficienten c einen Bruch $\frac{C^{(m)}(x)}{D^{(m)}(x)}$ zu bilden, dessen Nenner vom Grade $m = \mu+\nu-\lambda+1$ ist, und in dessen Entwickelung nach fallenden Potenzen von x jene 2ν Grössen c die ersten 2ν Coëfficienten sind. Der Nachweis, dass es keinen Bruch mit einem Nenner von niedrigerem Grade giebt, der die verlangte Eigenschaft besitzt, kann darauf gestützt werden, dass nach den Bedingungen ($G^{(m)}$) im Art. IX, wenn der Nenner vom $m$ten Grade sein soll, die Determinante

$$|c_{i+k}| \qquad (i,k=0,1,\ldots m-1)$$

von Null verschieden sein, und dass ferner gemäss der ersten Bestimmungsweise im Art. VII eine lineare Recursionsformel $m$ter Ordnung für alle Grössen c bestehen müsste. Da nämlich auf Grund der Bedingungen (K″) im Art. XI alle Determinanten $|c_{i+k}|$ für Werthe von m, die zwischen λ und $\mu+\nu-\lambda+1$ liegen, gleich Null sind, so könnte, wenn $m < \mu+\nu-\lambda+1$ sein soll, nur $m = \lambda$ sein, während auf Grund der zweiten Art der Charakterisirung der Grössen c im Art. XI die lineare Recursionsformel λter Ordnung nicht für alle 2ν Glieder der Reihe c, sondern nur für die ersten $\mu+\nu$ derselben Geltung hat.

Die Zahl $\mu+\nu-\lambda$ giebt an, wie vielmal nacheinander die Recursionsformel λter Ordnung auf die Grössenreihe c anwendbar ist; man kann also das obige Resultat folgendermassen formuliren:

„Der niedrigste Grad des Nenners eines Bruches, dessen Entwickelung nach fallenden Potenzen von x mit

$$c_0 x^{-1} + c_1 x^{-2} + \cdots + c_{2\nu-1} x^{-2\nu}$$

beginnt, bestimmt sich durch jene mindestens νmal nacheinander anwendbare Recursionsformel, welche nach Art. XI einer jeden Grössenreihe $c_0, c_1, \ldots c_{2\nu-1}$ zugehört; und zwar ist der Grad gleich der Ordnung der Recursionsformel, wenn dieselbe für alle 2ν Grössen c besteht, wenn dies aber nicht der Fall ist, so ist der Grad gleich derjenigen Zahl, welche angiebt, wie vielmal nacheinander die Recursionsformel Anwendung findet.“

Schliesslich ist noch hervorzuheben, dass gemäss den am Ende des Art. III enthaltenen Darlegungen alle Brüche, deren Entwickelung mit jenen 2ν Gliedern anfängt, dadurch charakterisirt werden können, dass jene besonderen (mit Nennern niedrigsten Grades) Näherungsbrüche derselben sind.

XIII.

Setzt man die durch die Gleichungen (D) bestimmten Werthe der Coëfficienten β_p, wie sie sich aus der Formel (M) im Art. XI ergeben, in der nach Art. III für $\Psi(x)$ zu nehmenden Function

$$\beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \cdots + \beta_\nu x^\nu$$

ein, so wird dieselbe gleich dem Product

$$(\gamma_0 + \gamma_1 x + \cdots + \gamma_{\lambda-1} x^{\lambda-1} + x^\lambda)\,(\alpha_\lambda + \alpha_{\lambda+1} x + \cdots + \alpha_\mu x^{\mu-\lambda})$$

d. h., da die Grössen α willkürlich sind, gleich einer beliebigen, durch

$$\gamma_0 + \gamma_1 x + \cdots + \gamma_{\lambda-1} x^{\lambda-1}$$

theilbaren ganzen Function μten Grades. Dieser Ausdruck λten Grades ist gleich der im Art. VIII mit $D^{(\lambda)}(x)$ bezeichneten Determinante, dividirt durch

$$|\, c_{i+k} \,| \qquad (i, k = 0, 1, \ldots \lambda - 1),$$

und es wird daher

$$(\mathrm{N}^\circ) \qquad \Psi(x) = D^{(\lambda)}(x) E^{(\mu-\lambda)}(x),$$

wo $E^{(\mu-\lambda)}(x)$ eine beliebige ganze Function vom Grade $\mu - \lambda$ bedeutet.

Die ganze Function $\Sigma \beta_p x^p$, deren Coëfficienten durch die Gleichungen

$$(\mathrm{D}) \qquad \sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu;\ q = 0, 1, \ldots \nu - 1)$$

bestimmt werden, lässt sich nach Art. V. (E′) direct durch eine Determinante der Ordnung $\nu - \mu + \lambda + 1$ darstellen. Geht man nämlich von jener ersten Art der Charakterisirung der Grössen c aus, so hat man in der darstellenden Determinante die Reihen wegzulassen, deren Index $q = \lambda, \lambda + 1, \ldots \mu - 1$ ist, und man erhält, wenn man Horizontal- und Verticalreihen mit einander vertauscht, zur Darstellung von $\Psi(x)$ eine Determinante, deren erste $\lambda + 1$ Colonnen

$$\begin{array}{llll}
1 & , x & , \dots x^{\lambda-1} & , \beta_\lambda x^\lambda + \dots + \beta_\mu x^\mu \\
c_0 & , c_1 & , \dots c_{\lambda-1} & , \beta_\lambda c_\lambda + \dots + \beta_\mu c_\mu \\
\vdots & & \vdots & \vdots \qquad\qquad \vdots \\
c_{\lambda-1} & , c_\lambda & , \dots c_{2\lambda-2} & , \beta_{2\lambda-1} c_{2\lambda-1} + \dots + \beta_{\mu+\lambda-1} c_{\mu+\lambda-1} \\
c_\mu & , c_{\mu+1} & , \dots c_{\mu+\lambda-1} & , \beta_{\mu+\lambda} c_{\mu+\lambda} + \dots + \beta_{2\mu} c_{2\mu} \\
\vdots & & \vdots & \vdots \qquad\qquad \vdots \\
c_{\nu-1} & , c_\nu & , \dots c_{\nu+\lambda-2} & , \beta_{\nu+\lambda-1} c_{\nu+\lambda-1} + \dots + \beta_{\nu+\mu-1} c_{\nu+\mu-1}
\end{array}$$

sind, während

$$\begin{array}{lll}
x^{\mu+1} & , x^{\mu+2} & , \dots x^\nu \\
c_{\mu+1} & , c_{\mu+2} & , \dots c_\nu \\
\vdots & & \\
c_{\mu+\lambda} & , c_{\mu+\lambda+1} & , \dots c_{\nu+\lambda-1} \\
c_{2\mu+1} & , c_{2\mu+2} & , \dots c_{\nu+\mu} \\
\vdots & & \\
c_{\nu+\mu} & , c_{\nu+\mu+1} & , \dots c_{2\nu-1}
\end{array}$$

die letzten $\nu - \mu$ Colonnen bilden. Da nun vermöge der charakteristischen Eigenschaften der Grössen c jede aus dem Systeme

$$c_{p+q} \qquad (p=0,1,\dots\mu;\ q=0,1,\dots\nu-1)$$

zu bildende Determinante $(\lambda+1)$ter Ordnung verschwindet, so bestehen Relationen

$$c_{k+q} + \gamma_{\lambda-1}^{(q)} c_{k+\lambda-1} + \dots + \gamma_1^{(q)} c_{k+1} + \gamma_0^{(q)} c_k = 0 \quad (k=0,1,\dots\mu)$$

für alle Indices q, und wenn also in jener Determinante der mit c_q beginnenden Horizontalreihe (für $q = \mu, \mu+1, \dots \nu-1$) die λte, mit $\gamma_{\lambda-1}^{(q)}$ multiplicirt, die $(\lambda-1)$te, mit $\gamma_{\lambda-2}^{(q)}$ multiplicirt, u. s. w. hinzugefügt wird, so werden alle Elemente der $(\lambda+2)$ten Horizontalreihe mit Ausnahme des letzten, alle Elemente der $(\lambda+3)$ten Horizontalreihe mit Ausnahme der zwei letzten u. s. w. gleich Null, und die Determinante reducirt sich auf die aus den ersten $\lambda+1$

Horizontal- und Verticalreihen gebildete Determinante $(\lambda+1)$ter Ordnung

$$\begin{vmatrix} 1 & , x & , \dots x^{\lambda-1} & , \beta_\lambda x_\lambda & +\dots+\beta_\mu x^\mu \\ c_0 & , c_1 & , \dots c_{\lambda-1} & , \beta_\lambda c_\lambda & +\dots+\beta_\mu c_\mu \\ \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ c_{\lambda-1} & , c_\lambda & , \dots c_{2\lambda-2} & , \beta_{2\lambda-1} c_{2\lambda-1} & +\dots+\beta_{\mu+\lambda-1} c_{\mu+\lambda-1} \end{vmatrix},$$

multiplicirt mit der $(\nu-\mu)$ten Potenz des Ausdrucks

$$c_{\nu+\mu} + \gamma_{\lambda-1}^{(\mu)} c_{\nu+\lambda-1} + \dots + \gamma_0^{(\mu)} c_\nu ,$$

welcher nach den über die Grössen c gemachten Annahmen von Null verschieden ist. Diese Determinante $(\lambda+1)$ter Ordnung ist nach dem, was im Art. X von der analogen Determinante (H) bewiesen worden, gleich der mit $D^{(\lambda)}(x)$ bezeichneten Determinante, multiplicirt mit einer ganzen Function vom Grade $\mu-\lambda$, deren Coëfficienten lineare homogene Functionen von $\beta_\lambda, \beta_{\lambda+1}, \dots \beta_\mu$ sind, und es resultirt daher auch auf diesem directen Wege, dass $\Psi(x)$ eine beliebige, durch die Determinante $D^{(\lambda)}(x)$ theilbare ganze Function μten Grades sein muss.

Die hier durch Auflösung des Gleichungssystems (D) erlangte Bestimmung von $\Psi(x)$ ist nun noch dadurch zu vervollständigen, dass die in der Gleichung (C) zugehörige Function $\Phi(x)$ ebenfalls durch die Grössen c ausgedrückt wird. Zu diesem Behufe braucht man nur analog mit (N°)

$$\text{(N)} \qquad \Psi(x) = D^{(\lambda)}(x) E^{(\mu-\lambda)}(x) \ , \ \Phi(x) = C^{(\lambda)}(x) E^{(\mu-\lambda)}(x)$$

zu setzen; denn gemäss den Gleichungen (C″) im Art. III und (F″) im Art. VIII wird

$$\text{(0)} \qquad f_1(x) D^{(\lambda)}(x) - f(x) C^{(\lambda)}(x) = f(x) \sum_t |c_{p+q}| x^{-t-1}$$

$$(p=0,1,\dots\lambda;\ q=0,1,\dots\lambda-1,t;\ t=\lambda,\lambda+1,\dots),$$

und da vermöge der Eigenschaften der Grössen c die Determinanten $|c_{p+q}|$ für alle unter $\mu+\nu-\lambda$ liegenden Werthe von t verschwinden, so braucht man die Summation in Bezug auf t erst mit diesem Werthe beginnen zu lassen, so dass der Ausdruck rechts

evident höchstens vom Grade $n-\nu-(\mu-\lambda)$ wird. Die mit einer beliebigen ganzen Function $(\mu-\lambda)$ten Grades $E^{(\mu-\lambda)}(x)$ multiplicirte Gleichung (O) giebt also unmittelbar die zur Erfüllung der Gleichung

$$(C) \qquad f_1(x)\Psi(x) - f(x)\Phi(x) = F(x)$$

genügenden Bestimmungen (N) für $\Phi(x)$ und $\Psi(x)$ nebst der Bestimmung

$$(N') \qquad F(x) = f(x)E^{(\mu-\lambda)}(x) \sum_t |c_{p+q}| x^{-t-1}$$

$$(p=0,1,\ldots\lambda;\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\ t;\ t=\mu+\nu-\lambda,\ \mu+\nu-\lambda+1,\ \ldots)$$

durch die als gegeben betrachteten Grössen c, wenn diese nur gemäss der zweiten Art der Charakterisirung so beschaffen vorausgesetzt werden, dass die Bedingungen

$$|c_{i+k}| \gtrless 0 \qquad (i,k=0,1,\ldots\lambda-1) \qquad , \qquad |c_{p+q}| = 0 \qquad (p=0,1,\ldots\lambda;\ q=0,1,\ldots\lambda-1,\ t;\ t<\mu+\nu-\lambda)$$

erfüllt sind. Dass diese Bestimmungen von $F(x), \Phi(x), \Psi(x)$ nicht bloss genügende, sondern auch nothwendige sind, leuchtet ein, wenn man, wie im Art. I aus zwei Gleichungen

$$f_1(x)\Psi(x) - f(x)\Phi(x) = F(x)\ ,\ f_1(x)\Psi_1(x) - f(x)\Phi_1(x) = F_1(x)$$

die Gleichung

$$f(x)\left(\Psi(x)\Phi_1(x) - \Psi_1(x)\Phi(x)\right) = F(x)\Psi_1(x) - F_1(x)\Psi(x)$$

und aus dieser wiederum erschliesst, dass, da der Ausdruck rechts von niedrigerem als dem $n$ten Grade ist,

$$\frac{\Phi(x)}{\Psi(x)} = \frac{\Phi_1(x)}{\Psi_1(x)}$$

folglich auch

$$\frac{\Phi_1(x)}{\Psi_1(x)} = \frac{C^{(\lambda)}(x)}{D^{(\lambda)}(x)},$$

und also endlich

$$\Phi_1(x) = E_1^{(\mu-\lambda)}(x)C^{(\lambda)}(x)\ ,\ \Psi_1(x) = E_1^{(\mu-\lambda)}(x)D^{(\lambda)}(x)$$

sein muss, wenn $C^{(\lambda)}(x)$ und $D^{(\lambda)}(x)$ keinen gemeinsamen Theiler haben. Dies aber erhellt, wie schon im Art. IX erwähnt worden

aus der Gleichung (F) im Art. VIII mit Berücksichtigung der Voraussetzung, dass die aus den ersten λ Horizontal- und Verticalreihen der Grössen c_{i+k} gebildete Determinante von Null verschieden ist. Hiernach ist es jene einfache im Art. VIII entwickelte Determinanten-Umformung allein, welche in der Gleichung (O) die vollständige Lösung der Aufgabe enthält, die der Gleichung (C) genügenden Functionen F, Φ, Ψ durch die ersten 2ν Coëfficienten der Entwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ auszudrücken.

XIV.

Vergleicht man die am Schlusse des vorigen Abschnittes gegebene Bestimmung für eine der Gleichung (C) genügende Function νten Grades $\Psi(x)$ mit derjenigen, welche am Schlusse des Art. I auf Grund der Kettenbruchsentwickelung von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ bei $(\overline{C})$ formulirt worden ist, so gelangt man zu dem Ergebniss, dass, wenn ν zwischen den beiden Zahlen

$$n_k - 1 \quad \text{und} \quad n_{k+1}$$

liegt, das Product

$$E^{(\mu-\lambda)}(x) D^{(\lambda)}(x)$$

eine beliebige durch den Nenner des $k$ten Näherungsbruches $\frac{\psi_k(x)}{f(x)}$ theilbare ganze Function darstellen muss, für welche der Grad des Quotienten kleiner als jeder der beiden Abstände der Zahl ν von den beiden Grenzen $n_k - 1$ und n_{k+1} ist. Es kann hiernach $\mu - \lambda$ nur genau um eine Einheit kleiner als der kleinere dieser beiden Abstände sein, und $D^{(\lambda)}(x)$ kann sich nur durch einen constanten Factor von $\psi_k(x)$ unterscheiden. Demgemäss ist

$$\lambda = n_k ,$$

also, wenn mit η_k der Coëfficient der höchsten Potenz von x in $\psi_k(x)$ bezeichnet wird,

$$\text{(P)} \qquad \eta_k . D^{(\lambda)}(x) = |c_{k+i}| . \psi_k(x) \qquad (i = 0, 1, \ldots \lambda - 1),$$

und

für $\nu < \frac{1}{2}(n_k + n_{k+1})$, $\mu - \lambda = \nu - n_k$ also $\mu = \nu$,

für $\nu \geq \frac{1}{2}(n_k + n_{k+1})$, $\mu - \lambda = n_{k+1} - \nu - 1$ also $\mu = n_k + n_{k+1} - \nu - 1$.

Da ferner für $\nu = n_{k+1} - 1$, ebenso wie für $\nu = n_k$, der Werth von μ gleich dem von λ und also $E^{(\mu-\lambda)}(x)$ gleich einer Constanten wird, so ist

$$\text{(P')} \qquad \eta_k \cdot D^{(\nu)}(x) = |c_{f+g}| \cdot \psi_k(x) \quad \begin{pmatrix} f=0,1,\ldots\nu \text{ ausser } f=n_k \\ g=0,1,\ldots\nu-1;\ \nu=n_{k+1}-1 \end{pmatrix}.$$

Bei eben diesem Werthe $\nu = n_{k+1} - 1$ und für den Fall $n_{k+1} - 1 > n_k$ ergiebt sich ferner gemäss der ersten im Art. XI gegebenen Charakterisirung der Grössen c, da hier $\lambda = \mu = n_k$ ist, dass

alle aus dem Systeme

$$c_{p+q} \qquad (p=0,1,\ldots n_k;\ q=0,1,\ldots n_{k+1}-2)$$

(Q°) zu bildenden Determinanten der Ordnung $n_k + 1$ verschwinden, und dass — wie schon die Gleichung (P) zeigt —

$$|c_{h+i}| \gtrless 0 \qquad (h,i=0,1,\ldots n_k-1)$$

ist.

Die 2ν Grössen $c_0, c_1, \ldots c_{2\nu-1}$ erfüllen also für den vorliegenden Fall $\nu = n_{k+1} - 1$ die Bedingungen

$$\text{(Q)} \quad |c_{h+i}| \gtrless 0 \quad , \quad |c_{p+q}| = 0 \quad ,$$
$$(h,i=0,1,\ldots n_k-1)\ ,\ (p=0,1,\ldots n_k;\ q=0,1,\ldots n_k-1, t;\ t<n_{k+1}-1)$$

welche unmittelbar aus der zweiten Art der Charakterisirung im Art. XI mit Hülfe der Gleichung (K') hervorgehen, wenn dort

$$\lambda = \mu = n_k\ ,\ \nu = n_{k+1} - 1\ ,\ \tau - \lambda = t$$

gesetzt wird, und es können auch an Stelle der Bedingungen (Q°) die folgenden treten:

$$\text{(Q')} \qquad |c_{h+i}| \gtrless 0 \quad , \quad |c_{p+q}| = 0 \quad ,$$
$$(h,i=0,1,\ldots n_k-1)\ ,\ (p,q=0,1,\ldots t;\ n_k \leqq t < n_{k+1}-1)$$

welche besagen, dass unter den Determinanten

$$|c_{p+q}| \qquad (p,q=0,1,\ldots t-1),$$

die den verschiedenen Ordnungen $t = 1, 2, 3, \ldots n_{k+1} - 1$ angehören, diejenige der Ordnung n_k die letzte von Null verschiedene ist.

Die Formulirung der Bedingungen (Q°), (Q), (Q') knüpft an die im Art. I den Zahlen $n_1, n_2, \ldots$ beigelegte Bedeutung an, wonach dieselben als die Grade der verschiedenen Nenner der Näherungsbrüche $\psi_1(x), \psi_2(x), \ldots$ definirt sind. Die Bedingungen *selbst*

constituiren jene Haupteigenschaften der Grössen c, die ich zuerst (unter der Voraussetzung, dass $f(x)$ nur aus ungleichen Factoren bestehe) im Art. IV meines im Eingang citirten Aufsatzes vom Februar 1873 entwickelt habe. Es ergiebt sich aus denselben unmittelbar, dass die Determinanten $D^{(m)}(x)$, für welche der Index m zwischen zwei Zahlen n_k und $n_{k+1}-1$ liegt, für welche also

$$n_k < m < n_{k+1} - 1$$

ist, identisch gleich Null sind, weil die Determinanten, welche die Coëfficienten bilden, sämmtlich verschwinden; es folgt ferner daraus, namentlich aus den Bedingungen (Q'), dass die ganze Reihe der durch die Gleichung (C'') im Art. III

$$\frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{h=0}^{h=\infty} c_h x^{-h-1}$$

definirten Entwickelungscoëfficienten c dadurch charakterisirt wird, dass für alle von $n_1, n_2, n_3, \ldots$ verschiedenen Werthe von t

$$|c_{p+q}| = 0 \qquad (p,q = 0,1,\ldots t-1)$$

ist. An Stelle der im Art. I den Zahlen $n_1, n_2, n_3, \ldots$ beigelegten Bedeutung kann daher auch die folgende Definition treten:

Es sind $n_1, n_2, n_3, \ldots$ die Ordnungszahlen derjenigen Determinanten

$$(R) \qquad |c_0|, \begin{vmatrix} c_0 & c_1 \\ c_1 & c_2 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} c_0 & c_1 & c_2 \\ c_1 & c_2 & c_3 \\ c_2 & c_3 & c_4 \end{vmatrix}, \ldots\ldots,$$

welche von Null verschiedene Werthe haben.

Dabei ist zu bemerken, dass die Reihe dieser Zahlen, wie schon im Art. IX erwähnt ist, abbricht, und dass die letzte derselben gleich dem Grade von $f(x)$ abzüglich des Grades des grössten gemeinsamen Theilers von $f(x)$ und $f_1(x)$ sein muss. Aber die Übereinstimmung der Ordnungszahlen der von Null verschiedenen Determinanten

$$|c_{p+q}| \qquad (p,q = 0,1,\ldots t-1)$$

mit denen der Nenner der Näherungsbrüche eines die Reihe

$$\sum_{h=0}^{h=\infty} c_h x^{-h-1}$$

darstellenden Kettenbruchs findet natürlich auch dann noch statt,

wenn der Werth der Reihe nicht rational ist, da ja an deren Stelle, wenn die Übereinstimmung der Ordnungszahlen $n_1, n_2, \ldots$ bis zu einer bestimmten Zahl n_ϱ nachgewiesen werden soll, die Reihe genommen werden kann, in welche einer der Näherungsbrüche höherer Ordnung zu entwickeln ist, d. h. ein solcher, deren Nenner von höherem Grade als n_ϱ ist.

XV.

Die im vorigen Abschnitte aus der allgemeinen und vollständigen Auflösung des Gleichungssystems

$$(D) \qquad \sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu;\ q = 0, 1, \ldots \nu - 1)$$

entwickelten Resultate können auch schon aus den einfachsten Fällen, wo ν gleich einer der Zahlen n_k ist, erschlossen werden, wenn man jene Fundamentalgleichung (F) im Art. VIII zu Hülfe nimmt, die überhaupt bei der Vergleichung der aus dem Kettenbruchsverfahren und der aus der Auflösung der linearen Gleichungen (D) resultirenden Bestimmungen die wesentliche Grundlage bildet.

Das Gleichungssystem (D) enthält, wie schon am Schlusse des III. Abschnittes dargelegt ist, die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür, dass der Rest der Division von

$$f_1(x) \sum_p \beta_p x^p \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu)$$

durch $f(x)$ höchstens vom Grade $n - \nu - 1$ sein soll. Eine dieser Forderung entsprechende Function $\Sigma \beta_p x^p$ kann sich aber, wenn $\nu = n_k$ ist, nach Art. I von $\psi_k(x)$ nur durch einen constanten Factor unterscheiden, und es ergiebt sich daher, dass die Verhältnisse der Coëfficienten β durch die der Coëfficienten von $\psi_k(x)$ völlig bestimmt sind, dass also die dem Coëfficienten von x^{n_k} proportionale Determinante

$$|c_{h+i}| \qquad (h, i = 0, 1, \ldots m-1;\ m = n_k)$$

von Null verschieden und, wie im vorigen Abschnitte,

$$(P) \qquad \eta_k D^{(m)}(x) = |c_{h+i}| \Psi_k(x) \qquad (h, i = 0, 1, \ldots m-1;\ m = n_k)$$

sein muss, wenn, wie a. a. O., η_k den Coëfficienten der höchsten Potenz von x in $\psi_k(x)$ bedeutet. Da nun gemäss der Gleichung (F″) im Art. VIII zwischen den Determinanten $C^{(m)}(x)$ und $D^{(m)}(x)$ die Relation

$$f_1(x)D^{(m)}(x) - f(x)C^{(m)}(x) = f(x)\sum_t |c_{h+i}| x^{-t-1}$$
$$(h=0,1,\ldots m;\ i=0,1,\ldots m-1,t;\ t=m,m+1,\ldots\infty;\ m=n_k)$$

besteht, welche $C^{(m)}(x)$ als den Quotienten bei der Division von $f_1(x)D^{(m)}(x)$ durch $f(x)$ charakterisirt, und da $\varphi_k(x)$ der Quotient der Division von $f_1(x)\psi_k(x)$ durch $f(x)$ ist, so folgt aus der Gleichung (P) die analoge Gleichung

$$(\overline{\mathrm{P}}) \qquad \eta_k C^{(m)}(x) = |c_{h+i}|\varphi_k(x) \quad (h,i=0,1,\ldots m-1;\ m=n_k).$$

Setzt man in der Relation (F) des Art. VIII

$$C^{(m)}(x)D^{(m-1)}(x) - C^{(m-1)}(x)D^{(m)}(x) = |c_{h+i}|^2 \quad (h,i=0,1,\ldots m-1)$$

die aus den Gleichungen (P) und $(\overline{\mathrm{P}})$ zu entnehmenden Werthe von $C^{(m)}(x)$ und $D^{(m)}(x)$ ein, so erhält man die Gleichung

$$\varphi_k(x)D^{(m-1)}(x) - \psi_k(x)C^{(m-1)}(x) = \eta_k|c_{h+i}| \quad (h,i=0,1,\ldots m-1;\ m=n_k),$$

aus deren Verbindung mit der Gleichung (B′) des Art. I,

$$\varphi_k(x)\psi_{k-1}(x) - \psi_k(x)\varphi_{k-1}(x) = 1,$$

folgt, dass

$$\varphi_k(x)(D^{(m-1)}(x) - \eta_k|c_{h+i}|\psi_{k-1}(x))$$
$$= \psi_k(x)(C^{(m-1)}(x) - \eta_k|c_{h+i}|\varphi_{k-1}(x)),$$

und also, da $\varphi_k(x)$ und $\psi_k(x)$ keinen gemeinsamen Theiler haben und der Factor von $\varphi_k(x)$ von niedrigerem Grade als $\psi_k(x)$ ist,

$$(\mathrm{P}'')\quad C^{(m-1)}(x) = \eta_k|c_{h+i}|\varphi_{k-1}(x),\quad D^{(m-1)}(x) = \eta_k|c_{h+i}|\psi_{k-1}(x)$$
$$(h,i=0,1,\ldots m-1;\ m=n_k)$$

sein muss. Die Determinante $D^{(m-1)}(x)$ ist hiernach wie $\psi_{k-1}(x)$ vom Grade n_{k-1}, und es ist ebenso, wenn $k+1$ für k gesetzt wird,

$$D^{(t)}(x) \text{ vom Grade } n_k, \text{ wenn } t = n_{k+1}-1 \text{ ist.}$$

Man kann also, falls $n_k+1 < n_{k+1}$ ist, auf die Determinante $D^{(t)}(x)$ jene im zweiten Absatze des IV. Abschnittes entwickelte Deduction anwenden, wenn man dort

$$n = t = n_{k+1}-1,\quad m = n_k$$
$$a_{0h} = x^h \text{ und, wenn } i > 0 \text{ ist, } a_{ih} = c_{h+i-1}$$

setzt. Es ergiebt sich dabei unmittelbar jene oben mit (Q°) bezeichnete Eigenschaft der Grössen c, dass alle aus dem System

$$c_{h+i} \qquad (h=0,1,\ldots n_k;\ i=0,1,\ldots n_{k+1}-2)$$

zu bildenden Determinanten der Ordnung n_k+1 verschwinden, während die Determinante $n_k$ter Ordnung

$$|c_{h+i}| \qquad (h,i=0,1,\ldots n_k-1),$$

wie schon oben erschlossen worden, von Null verschieden ist.

Die Verbindung der Gleichungen (P) und (P″) führt zur Bestimmung der Coëfficienten η_k aus den Grössen c. Wird nämlich in der Gleichung (P) $k-1$ an Stelle von k gesetzt, so kommt

$$\eta_{k-1} D^{(l)}(x) = |c_{p+q}|\psi_{k-1}(x) \qquad (p,q=0,1,\ldots l-1;\ l=n_{k-1}),$$

und es ergiebt sich also mit Hülfe der zweiten Gleichung (P″) die Formel

$$(S) \qquad \eta_{k-1}\eta_k |c_{h+i}| D^{(l)}(x) = |c_{p+q}| D^{(m-1)}(x) \qquad \begin{pmatrix} h,i=0,1,\ldots m-1;\ m=n_k \\ p,q=0,1,\ldots l-1;\ l=n_{k-1} \end{pmatrix},$$

mittels deren die Coëfficienten $\eta_1, \eta_2, \ldots$ sich der Reihe nach durch die Grössen c bestimmen lassen. Vergleicht man nur die Coëfficienten der höchsten Potenz von x d. i. von x^l auf beiden Seiten der Gleichung (S), so entsteht die einfachere Formel

$$(S') \qquad \eta_{k-1}\eta_k = \frac{|c_{f+g}|}{|c_{h+i}|} \qquad \begin{pmatrix} f=0,1,\ldots n_k-1 \text{ ausser } n_{k-1} \\ g=0,1,\ldots n_k-2 \\ h,i=0,1,\ldots n_k-1 \end{pmatrix},$$

mittels deren sich jeder Coëfficient η_k als Quotient von Determinanten durch die Grössen c ausdrücken lässt, und welche ihrem wesentlichen Inhalte nach mit der Formel (E) des Art. II in meinem Aufsatze vom 14. Febr. 1878 übereinstimmt.

XVI.

Benutzt man die dritte Art der Charakterisirung der Reihe c, welche am Schlusse des XI. Abschnittes gegeben worden ist, so zeigt sich, dass für die ersten $n_k+n_{k+1}-1$ Glieder der Reihe c, aber nicht weiter, eine und dieselbe primitive lineare Recursionsformel der Ordnung n_k besteht. Denn es braucht zu diesem Behufe nur, wie im vorigen Abschnitte, der Fall $\nu = n_{k+1}-1$ ins Auge gefasst zu werden, bei welchem die Ordnung λ der primi-

tiven Recursionsformel gleich n_k und die Anzahl der Glieder $\mu+\nu$, für welche sie Geltung hat, gleich $n_k+n_{k+1}-1$ wird. Die höchste Ordnung der überhaupt für die ersten 2ν Grössen c aufzustellenden (primitiven oder abgeleiteten) Recursionsformel übersteigt die Zahl n_k-1 um diejenige Zahl, welche angiebt, wie vielmal nach einander die primitive Recursionsformel angewendet werden kann. Diese ist nach Art. XI durch $\mu-\lambda+1$, also nach Art. XIV durch

$$\nu - n_k + 1 \text{ oder } n_{k+1} - \nu$$

ausgedrückt, wenn

$$n_k - 1 < \nu < n_{k+1}$$

ist, d. h. also durch den kleinsten Abstand der Zahl ν von den beiden Grenzen, zwischen denen sie liegt. Diese Zahl ist also für $\nu = n_k$ selbst gleich 1, die Zahl aber, welche die höchste Ordnung der Recursionsformeln angiebt, gleich n_k; beide Zahlen wachsen mit ν je um eine Einheit bis zur Mitte zwischen n_k-1 und n_{k+1} und nehmen dann ebenso wieder ab, bis sie für $\nu = n_{k+1}-1$ wieder dieselben Werthe 1 und n_k wie für $\nu = n_k$ erhalten.

Am Ende des III. Abschnittes ist bemerkt worden, dass die Aufgabe der Bestimmung der allgemeinsten dem Gleichungssysteme

$$\text{(D)} \qquad \sum_p \beta_p c_{p+q} \qquad (p=0,1,\dots\nu;\ q=0,1,\dots\nu-1)$$

genügenden Werthe von $\beta_0, \beta_1, \dots \beta_\nu$ auch als Problem der Aufstellung der allgemeinsten linearen Recursionsformel für die Reihe der 2ν Grössen $c_0, c_1, \dots c_{2\nu-1}$ aufgefasst werden kann, wenn man die Recursionsformel durch die Forderung beschränkt, dass sie von Anfang der Reihe an und mindestens νmal hinter einander Geltung habe. Da die Ordnung einer solchen Recursionsformel höchstens gleich ν ist, so hat sie die Eigenschaft

(T) vom Anfang der Reihe an und mindestens sovielmal nach einander, als ihre Ordnungszahl beträgt, Anwendung zu finden,

eine Eigenschaft, bei welcher die Anzahl der Glieder der Reihe nicht mehr in Betracht kommt, und welche dadurch ausgedrückt werden kann, dass eine Recursionsformel λter Ordnung, wie jene im Art. XI mit (K) bezeichnete

$$c_{t+\lambda} = -\sum_p \gamma_p c_{p+t} \qquad (p=0,1,\dots\lambda-1)$$

für die Werthe $t = 0, 1, \dots \lambda-1$ bestehen müsse. Wenn man diese

in der That wesentliche Eigenschaft linearer Recursionsformeln festhält, jene frühere im Art. III aufgestellte, an die Anzahl der Glieder der Reihe anknüpfende Forderung aber fallen lässt, so findet das Problem der Aufstellung aller linearen Recursionsformeln für die Reihe der durch die Gleichung (C″) im Art. III und im Art. XIII

$$\frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{h=0}^{h=\infty} c_h x^{-h-1}$$

definirten Entwickelungscoëfficienten c gemäss dem Inhalte des vorigen Abschnittes folgende Lösung:

(U) Sind $n_1, n_2, n_3, \ldots$, wie im Art. I, als die verschiedenen Grade der Näherungsbrüche von $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ oder auch, wie im Art. XIV (R), als Ordnungszahlen gewisser aus den Coëfficienten c gebildeten Determinanten definirt, so existiren *erstens* primitive lineare Recursionsformeln nur von eben diesen Ordnungen $n_1, n_2, n_3, \ldots$, *zweitens* aus jeder primitiven Recursionsformel der Ordnung n_k abgeleitete der Ordnungen $n_k+1, n_k+2, \ldots$ mit der einzigen Bedingung, dass diese Ordnung kleiner als $\frac{1}{2}(n_k+n_{k+1})$ bleibt. Jede dieser Recursionsformeln der Ordnungen $n_k, n_k+1, n_k+2, \ldots$ gilt bis zum $(n_k+n_{k+1}-1)$ten Gliede der Reihe $c_0, c_1, c_2, \ldots$

Offenbar erhält man nämlich die Gesammtheit der linearen Recursionsformeln von der Eigenschaft (T), wenn man, um der Reihe nach die Recursionsformeln erster, zweiter, dritter Ordnung u. s. w. aufzustellen, für alle Werthe $\nu = 1, 2, 3, \ldots$ die dem Gleichungssysteme (D) im Art. III

$$\sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \qquad (p = 0, 1, \ldots \nu;\ q = 0, 1, \ldots \nu-1)$$

gemäss der Formel (M) im Art. XI genügenden Werthsysteme von $\beta_0, \beta_1, \ldots \beta_\nu$ bestimmt, hiervon aber nur diejenigen beibehält, für welche $\mu = \nu$ ist, da vermöge der erwähnten Formel jedes β_μ, dessen Index grösser als μ ist, gleich Null wird, und die Erfüllbarkeit des Gleichungssystems (D), mit der Bedingung $\beta_\nu \gtrless 0$, nothwendig und hinreichend für die Existenz einer linearen Recursionsformel νter Ordnung mit der Eigenschaft (T) ist. Nun ist nach den Erörterungen im Eingange des XIV. Abschnittes für alle zwischen n_k-1 und $\frac{1}{2}(n_k+n_{k+1})$ liegenden Werthe von ν, und zwar nur für diese, $\mu = \nu$; es ist ferner für alle zwischen n_k-1

und n_{k+1} liegenden Werthe von ν der Werth von λ, d. h. die Ordnung der primitiven Recursionsformel gleich n_k, und der Werth von $\mu + \nu$ d. h. nach Art. XI die Anzahl der Glieder, für welche die primitive Recursionsformel Geltung hat, ist — wie schon im Eingange dieses Abschnittes bemerkt worden — gleich $n_k + n_{k+1} - 1$, wenn $\nu = n_{k+1} - 1$ oder wenn ν überhaupt nur grösser als $\frac{1}{2}(n_k + n_{k+1} - 1)$ genommen wird.

Der Bedeutung von n_1 nach sind die ersten $n_1 - 1$ Coëfficienten c, deren Index also kleiner als $n_1 - 1$ ist, gleich Null. Die Reihe der Zahlen $n_1, n_2, n_3, \ldots$ selbst schliesst mit derjenigen Zahl ab, welche den Grad des Nenners des reducirten Bruches angiebt, dessen Reihenentwickelung $\Sigma c_h x^{-h-1}$ ist.

Das oben durch die Bezeichnung (U) hervorgehobene Resultat knüpft zwar an die Bedeutung der Grössen c als Coëfficienten der Reihenentwickelung einer rationalen Function nach fallenden Potenzen von x an, giebt aber offenbar alle linearen Recursionsformeln für eine ganz beliebige Reihe von Grössen

$$c_0 , c_1 , \ldots c_{2n-1} ,$$

da diese stets als die ersten $2n$ Coëfficienten der Entwickelung einer rationalen Function von x, z. B. von $c_0 x^{-1} + c_1 x^{-2} + \cdots + c_{2n-1} x^{-2n}$ selbst, aufgefasst werden können. Um jenes Resultat in der einfachsten Weise für eine beliebige Reihe von $2n$ Grössen c zu benutzen, hat man nach den Ausführungen im Art. XII für $\frac{f_1(x)}{f(x)}$ einen Bruch zu nehmen, dessen Zähler $C^{(m)}(x)$ und dessen Nenner $D^{(m)}(x)$ gewisse aus den gegebenen Grössen c gebildete Determinanten-Ausdrücke sind. Dieser Bruch hat die Eigenschaft, dass seine Entwickelung nach fallenden Potenzen von x mit

$$c_0 x^{-1} + c_1 x^{-2} + \cdots + c_{2n-1} x^{-2n}$$

beginnt, und dass dabei der Nenner $D^{(m)}(x)$ von möglichst niedrigem Grade ist. Die Aufstellung aller linearen Recursionsformeln für beliebige Grössen $c_0, c_1, c_2, \ldots$ kann jedoch auch, ohne die Auffassung derselben als Entwickelungscoëfficienten zu Hülfe zu nehmen, in directer Weise erfolgen, wie im nächsten Abschnitte dargelegt werden soll.

XVII.

Bezeichnet man mit $n_1 - 1$ die Anzahl derjenigen aufeinanderfolgenden Grössen $c_0, c_1, c_2, \ldots$, welche gleich Null sind, so dass die erste von Null verschiedene Grösse c den Index $n_1 - 1$ hat, so leuchtet unmittelbar ein, dass sich für die ersten $2n_1$ Grössen c eine lineare Recursionsformel $n_1$ter Ordnung

$$(V) \qquad c_{n_1+q} + \sum_p \beta_p c_{p+q} = 0 \qquad (p, q = 0, 1, \ldots n_1 - 1)$$

aufstellen lässt, welche überdies primitiv sein muss. Da diese Recursionsformel noch weiter, d. h. also noch über den Werth $q = n_1 - 1$ hinaus Geltung haben kann, so sei $n_2 - 2$ der letzte dieser Werthe, so dass also die Recursionsformel der Ordnung n_1 genau bis zum $(n_1 + n_2 - 1)$ten Gliede hin Geltung behält. Dies vorausgesetzt, muss die nach Art. XI für die ersten 2ν Grössen c aufzustellende primitive lineare Recursionsformel, so lange ν kleiner als n_2 ist, eben jene Formel (V) sein, da dieselbe ja alsdann die im Art. XI enthaltene Bedingung, von Anfang der Reihe c an mindestens νmal hinter einander anwendbar zu sein, d. h. also für $q = 0, 1, \ldots \nu - 1$ Geltung zu behalten, auf Grund der hier festgesetzten Bedeutung von n_2 offenbar erfüllt. Wäre nun auch für $\nu = n_2$ die nach Art. XI für die ersten 2ν Grössen c aufzustellende primitive Recursionsformel von einer Ordnung $\lambda' < n_2$, so müsste eben dieselbe Recursionsformel den ersten $2\lambda'$ Grössen c angehören; da aber jedem Werthe $\lambda' < n_2$, wie soeben nachgewiesen worden, die Recursionsformel λter Ordnung (V) angehört, diese jedoch nur $n_2 - 1$ mal nach einander Geltung hat, also die Bedingungen des Art. XI für eine zu den ersten $2n_2$ Grössen c gehörende Recursionsformel nicht erfüllt, so kann die Ordnung dieser Recursionsformel nicht kleiner als n_2, sondern muss gleich n_2 sein. Die Zahl n_2 erhält hiernach die fernere Bedeutung, die nach n_1 nächstgrössere Ordnung einer für die Grössen c bestehenden primitiven linearen Recursionsformel zu sein. Wird nunmehr die Recursionsformel $n_2$ter Ordnung

$$(V') \qquad c_{n_2+q} + \sum_p \beta'_p c_{p+q} = 0 \qquad (p, q = 0, 1, \ldots n_2 - 1),$$

welche wiederum primitiv sein muss, aufgestellt und der äusserste Werth $q = n_3 - 2$, bis zu welchem sie Geltung behält, ermittelt, so erweist sich wie oben die Zahl n_3 zugleich als die auf n_2 fol-

gende Ordnungszahl der für die Grössen c bestehenden primitiven Recursionsformeln. Auf dieselbe Weise weiter schliessend gelangt man also direct zu folgendem Resultate:

> Wenn die Ordnungen der verschiedenen primitiven linearen Recursionsformeln, welche für die Grössenreihe $c_0, c_1, c_2, \ldots$ bestehen, mit $n_1, n_2, n_3, \ldots$ bezeichnet werden, und zwar so dass $n_1 < n_2 < n_3 < \ldots$ ist, so bleibt die Recursionsformel $n_k$ter Ordnung genau $n_{k+1} - 1$ mal nach einander anwendbar und hat also für die ersten $n_k + n_{k+1} - 1$ Glieder der Reihe, aber auch nicht weiter, Geltung.

Dass eben dieselben Zahlen $n_1, n_2, n_3, \ldots$ zugleich die Grade der Nenner der Näherungsbrüche der Reihe $c_0 x^{-1} + c_1 x^{-2} + \cdots$ angeben, dass also das hier entwickelte Resultat mit demjenigen, welches im vorhergehenden Abschnitte bei (U) formulirt worden ist, völlig übereinstimmt, geht aus der bekannten, schon am Schlusse des III. Abschnittes erwähnten Eigenschaft der Näherungsbrüche hervor, vermöge deren die Entwickelung von $\frac{\varphi_k(x)}{\psi_k(x)}$ nach fallenden Potenzen von x die ersten $n_k + n_{k+1} - 1$ Glieder mit der des folgenden Näherungsbruches $\frac{\varphi_{k+1}(x)}{\psi_{k+1}(x)}$, und also auch mit der Reihe $c_0 x^{-1} + c_1 x^{-2} + c_2 x^{-3} + \cdots$ selbst gemein hat, so dass die primitive lineare Recursionsformel $n_k$ter Ordnung, durch welche die Coëfficienten der Reihenentwickelung des Näherungsbruches $\frac{\varphi_k(x)}{\psi_k(x)}$ charakterisirt sind, für die ersten $n_k + n_{k+1} - 1$ Coëfficienten der Reihe $c_0 x^{-1} + c_1 x^{-2} + c_2 x^{-3} + \cdots$ selbst Geltung hat.

Bei einer Grössenreihe $c_0, c_1, c_2, \ldots$ der oben bezeichneten Art, d. h. bei einer solchen, für welche die Zahlen $n_1, n_2, \ldots n_r$ die Ordnungen der primitiven linearen Recursionsformeln angeben, sind die ersten $n_1 - 1$ Glieder gleich Null, und für jede Zahl k sind die $n_{k+1} - n_k - 1$ Glieder mit den Indices $2n_k, 2n_k + 1, \ldots, n_k + n_{k+1} - 2$ durch die vorhergehenden bestimmt; es sind also, da die Gesammtzahl $2n_r$ beträgt,

$$2n_r - (n_1 - 1) - (n_2 - n_1 - 1) - \cdots - (n_r - n_{r-1} - 1)$$

d. h. $n_r + r$ Glieder der Reihe c von einander unabhängig, und diese Zahl ist genau gleich der Gesammtzahl der Coëfficienten der verschiedenen Potenzen von x in den r Theilnennern $g_1, g_2, \ldots g_r$

bei der Kettenbruchsentwickelung der Reihe $c_0x^{-1}+c_1x^{-2}+c_2x^{-3}+\cdots$, da hierbei der Grad von g_k (vgl. Art. I) durch die Zahl n_k-n_{k-1} ausgedrückt wird.

XVIII.

Stellt eine Reihe $c_0x^{-1}+c_1x^{-2}+c_2x^{-3}+\cdots$ eine rationale Function von x und also einen endlichen Kettenbruch mit den Theilnennern $g_1, g_2, \ldots g_r$ dar, so stehen mit derselben alle diejenigen nach fallenden Potenzen von x fortschreitenden Reihen, welche Kettenbrüche mit eben denselben Theilnennern $g_1, g_2, \ldots g_r$ — diese in irgend einer anderen Folge genommen — darstellen, in bemerkenswerther Beziehung. Versteht man unter $i_1, i_2, \ldots i_r$ die Zahlen $1, 2, \ldots r$ in irgend einer anderen Folge, d. h. also irgend eine andere Permutation der Zahlen $1, 2, \ldots r$, so drücken die Gleichungen

$$(W)\quad \sum_{h=1}^{h=\infty} c_{h-1}x^{-h} = \frac{1}{g_1-}\,\frac{1}{g_2-}\,\cdots\,\frac{1}{-g_r}, \qquad \sum_{h=1}^{h=\infty} c^{(i)}_{h-1}x^{-h} = \frac{1}{g_{i_1}-}\,\frac{1}{g_{i_2}-}\,\cdots\,\frac{1}{-g_{i_r}}$$

eine Beziehung der angegebenen Art zwischen den Coëfficienten c und $c^{(i)}$ aus, und es kann dies als eine Beziehung zwischen den beiden Reihen von je $2m$ Grössen

$$c_0, c_1, \ldots c_{2m-1} \;;\; c^{(i)}_0, c^{(i)}_1, \ldots c^{(i)}_{2m-1}$$

aufgefasst werden, wenn m den Grad des Products $g_1g_2\ldots g_r$ d. h. also den Grad des nothwendigen Nenners bei der Darstellung beider Kettenbrüche durch einfache Brüche bedeutet, da nach Art. IX die folgenden Coëfficienten jeder der beiden Reihen in den Gleichungen (W) durch die $2m$ ersten rational darstellbar sind. Um von einer beliebigen Reihe von $2m$ Grössen $c_0, c_1, \ldots c_{2m-1}$ ausgehend die entsprechende Reihe $c^{(i)}_0, c^{(i)}_1, \ldots c^{(i)}_{2m-1}$ zu erhalten, hat man daher nur gemäss Art. VIII aus jenen $2m$ Grössen c den Ausdruck $\frac{C^{(m)}(x)}{D^{(m)}(x)}$ zu bilden, diesen in einen Kettenbruch zu entwickeln und alsdann den Kettenbruch mit eben denselben, aber in der vorgeschriebenen Weise permutirten Theilnennern in eine Reihe nach fallenden Potenzen von x zu transformiren; die ersten $2m$ Coëfficienten dieser Reihe sind dann die den $2m$ Grössen c entsprechenden. Übrigens

geben sich die bei der Kettenbruchsentwickelung von $\frac{C^{(m)}(x)}{D^{(m)}(x)}$ auftretenden Theilnenner g_k auf Grund der Gleichungen (P) und (P') im Art. XV auch direct als die Quotienten der Division von $D^{(t)}(x)$ durch $D^{(t-1)}(x)$, wenn $t = n_k$ ist, da diese beiden Determinanten-Ausdrücke den Näherungsnennern $\psi_k(x)$ und $\psi_{k-1}(x)$ proportional sind.

Die hier definirte Beziehung zwischen Reihen von je $2m$ Grössen ist eine „rationale", d. h. jedes Glied der einen von zwei einander entsprechenden Reihen ist als rationale Function der $2m$ Grössen der anderen Reihe darstellbar. Setzt man demgemäss

$$c_p^{(i)} = \theta_p^{(i)}(c_0, c_1, \ldots c_{2m-1}) \qquad (p = 0, 1, \ldots 2m-1),$$

so sind $\theta_1^{(i)}$, $\theta_2^{(i)}$, ... durch die Permutation $i_1, i_2, \ldots i_r$ bestimmte rationale Functionen der eingeklammerten Grössen $c_0, c_1, \ldots c_{2m-1}$ bezeichnen, so stellen die Grössen

$$\theta_p^{(k)}(c_0^{(i)}, c_1^{(i)}, \ldots c_{2m-1}^{(i)}) \qquad (p = 0, 1, \ldots 2m-1)$$

die zur Permutation $h_{i_1}, h_{i_2}, \ldots h_{i_r}$ gehörige Reihe dar; das Functionszeichen $\theta^{(k)}\theta^{(i)}$ gehört also zu einer Permutation der Theilnenner g, welche entsteht, wenn man die Permutationen

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & \ldots & r \\ i_1 & i_2 & \ldots & i_r \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 1 & 2 & \ldots & r \\ h_1 & h_2 & \ldots & h_r \end{pmatrix}$$

in der hier angegebenen Folge anwendet. Die durch die Kettenbruchsentwickelung vermittelten Beziehungen von Grössenreihen gingen daher auf's Genaueste mit den Eigenschaften der Permutationen zusammen, und es ist namentlich die Ordnung der Permutation (i) gleich derjenigen Zahl, welche angiebt, nach wievielmaliger Wiederholung der rationalen Operation $\theta^{(i)}$ man wieder zu der Grössenreihe c zurückgelangt, von der man ausgegangen ist. Da die Grade der Theilnenner g gleich $n_1, n_2 - n_1, n_3 - n_2, \ldots$ sind, also der Grösse nach mit den für die Zahl ν am Schlusse des Art. I unterschiedenen Intervallen übereinstimmen, so sind eben diese Intervalle für alle mit einander in der oben definirten Beziehung stehenden Reihen (c) von gleicher Grösse, d. h. die verschiedenen Intervalle in der Zahlenreihe $1, 2, \ldots m$, welche keine die Ordnung einer primitiven Recursionsformel für eine bestimmte Reihe (c) bezeichnende Zahl enthalten, sind für jede der auf einander bezogenen Reihen gleich gross, aber anders und anders vertheilt.

Die besondere Beziehung zweier Reihen (c), welche dadurch definirt wird, dass die Theilnenner g in den Gleichungen (W) in entgegengesetzter Folge erscheinen, verdient sowohl wegen ihrer Einfachheit als auch desshalb eine nähere Darlegung, weil sie einen in der Einleitung berührten Punkt genauer beleuchtet. Es seien also

$$(W^0)\quad \sum_{h=1}^{h=\infty} c_{h-1}x^{-h} = \frac{1}{g_1}\cfrac{}{-}\frac{1}{g_2}\cfrac{}{-}\cdots\cfrac{}{-}\frac{1}{g_r}, \quad \sum_{h=1}^{h=\infty} \bar{c}_{h-1}x^{-h} = \frac{1}{g_r}\cfrac{}{-}\frac{1}{g_{r-1}}\cfrac{}{-}\cdots\cfrac{}{-}\frac{1}{g_1}$$

die für die Beziehung zwischen den beiden Reihen (c) und $(\bar{c})$ charakteristischen Relationen, welche bei Anwendung der im Art. eingeführten Bezeichnungen in folgender Weise dargestellt werden können:

$$\frac{\varphi_r(x)}{\psi_r(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} c_{h-1}x^{-h}, \quad \frac{\psi_{r-1}(x)}{\psi_r(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} \bar{c}_{h-1}x^{-h}.$$

Die letztere dieser beiden Gleichungen geht mit Hülfe der Relationen (P) und (P″) im Art. XV in die Gleichung

$$(W')\qquad \frac{1}{\eta_r^2}\frac{D^{(m-1)}(x)}{D^{(m)}(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} \bar{c}_{h-1}x^{-h}$$

über, welche zeigt, dass bei der Entwickelung einer bestimmten rationalen Function von x, deren Coëfficienten aus den $2m$ Grössen $c_0, c_1, \ldots c_{2m-1}$ rational gebildet sind, in eine nach fallenden Potenzen von x fortschreitende Reihe die entsprechenden Grössen $\bar{c}_0, \bar{c}_1, \ldots \bar{c}_{2m-1}$ sich als die $2m$ Coëfficienten von $x^{-1}, x^{-2}, \ldots x^{-h}$ ergeben. Die Bildungsweise von η_r geht aus der Gleichung (S) im Art. XV hervor. Vertauscht man die Grössen c und $\bar{c}$ mit einander, und bezeichnet man mit $\bar{D}(x)$ die den Functionen $D(x)$ analog aus den Grössen $\bar{c}$ gebildeten Ausdrücke, so kommt an Stelle von (W′)

$$\frac{1}{\eta_r^2}\frac{\bar{D}^{(m-1)}(x)}{\bar{D}^{(m)}(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} c_{h-1}x^{-h};$$

da nun nach Art. VIII

$$\frac{C^{(m)}(x)}{D^{(m)}(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} c_{h-1}x^{-h}, \quad \frac{\bar{C}^{(m)}(x)}{\bar{D}^{(m)}(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} \bar{c}_{h-1}x^{-h}$$

ist, so können sich die beiden Functionen $D^{(m)}(x)$ und $\bar{D}^{(m)}(x)$ nur

durch einen constanten Factor von einander unterscheiden, und es resultiren die Proportionen

$$(W^n)\quad \eta_r^2 C^{(m)}(x) : \overline{D}^{(m-1)}(x) = D^{(m)}(x) : \overline{D}^{(m)}(x) = D^{(m-1)}(x) : \eta_r^2 C^{(m)}(x)$$

$$D^{(m)}(x) : \overline{D}^{(m)}(x) = |c_{i+k}| : |\bar{c}_{i+k}| \qquad (i,k=0,1,\ldots m-1),$$

welche für die Beziehungen der beiden Reihen

$$c_0, c_1, \ldots c_{2m-1} \; ; \; \bar{c}_0, \bar{c}_1, \ldots \bar{c}_{2m-1}$$

charakteristisch sind, und von denen die letztere zeigt, dass die Verhältnisse der $m+1$ aus den $m(m+1)$ Grössen

$$c_{h+i} \qquad (h=0,1,\ldots m;\ i=0,1,\ldots m-1)$$

zu bildenden Determinanten $m$ter Ordnung für beide Grössenreihen denselben Werth haben.

Ist $f(x) = b_0 + b_1 x + \cdots + b_m x^m$ eine ganze Function, welche mit $D^{(m)}(x)$ bis auf einen constanten Factor übereinstimmt, ist ferner

$$f_1(x) = \sum_p a_p x^p \quad , \quad \mathfrak{f}_1(x) = \sum_p \mathfrak{a}_p x^p \qquad (p=0,1,\ldots m-1)$$

und wie in der Einleitung

$$\mathfrak{f}_1(x) f_1(x) - \mathfrak{f}(x) f(x) = 1 \, ,$$

$$\frac{f_1(x)}{f(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} c_{h-1} x^{-h} \, , \quad \frac{\mathfrak{f}_1(x)}{f(x)} = \sum_{h=1}^{h=\infty} s_{h-1} x^{-h} \, ,$$

so beginnen die Entwickelungen der beiden Differenzen

$$\frac{\mathfrak{f}_1(x)}{f(x)} - \frac{\mathfrak{f}(x)}{f_1(x)} \, , \quad \frac{f_1(x)}{f(x)} - \frac{\mathfrak{f}(x)}{\mathfrak{f}_1(x)}$$

nach fallenden Potenzen von x mit dem Gliede x^{-2m+1}, und die ersten $(2m-2)$ Coëfficienten der Entwickelung von $\dfrac{\mathfrak{f}(x)}{f_1(x)}$ müssen daher mit den Grössen $s_0, s_1, \ldots s_{2m-3}$, die ersten $(2m-2)$ Coëfficienten der Entwickelung von $\dfrac{\mathfrak{f}(x)}{\mathfrak{f}_1(x)}$ mit den Grössen $c_0, c_1, \ldots c_{2m-3}$ übereinstimmen. Diese je $2m-2$ Grössen s und c müssen sonach gemäss Art. IX den je $2m-3$ Gleichungen

$$(Z^0)\quad \begin{matrix} \sum_{k=0}^{k=m-1} a_k s_{h+k} = 0 \, , & \sum_{k=0}^{k=m} b_k s_{i+k} = 0 \\ \sum_{k=0}^{k=m-1} \mathfrak{a}_k c_{h+k} = 0 \, , & \sum_{k=0}^{k=m} b_k c_{i+k} = 0 \end{matrix} \qquad \begin{pmatrix} h=0,1,\ldots m-2 \\ i=0,1,\ldots m-3 \end{pmatrix}$$

genügen, und die Gleichungen mit den Coëfficienten b bestehen überdies noch für alle folgenden Werthe von k, da sowohl die Grössen s als auch die Grössen c Entwickelungscoëfficienten von Brüchen mit dem Nenner $b_0 + b_1 x + \cdots + b_m x^m$ sind. Nun ist auf Grund der Proportionen (W″) und der Gleichung (F) im Art. VII

$$\frac{f(x)}{b_m} = \frac{D^{(m)}(x)}{|c_{i+k}|} = \frac{\overline{D}^{(m)}(x)}{|\bar{c}_{i+k}|}$$

$$\frac{\eta_r^2 f_1(x)}{b_m} = \frac{\eta_r^2 C^{(m)}(x)}{|c_{i+k}|} = \frac{\overline{D}^{(m-1)}(x)}{|\bar{c}_{i+k}|} \qquad (i, k = 0, 1, \ldots m-1)$$

$$b_m f_1(x) = \frac{\eta_r^2 \overline{C}^{(m)}(x)}{|\bar{c}_{i+k}|} = \frac{D^{(m-1)}(x)}{|c_{i+k}|}$$

und hieraus folgt mit Rücksicht auf die Gleichung (W′), dass die sämmtlichen Entwickelungscoëfficienten s und $\bar{c}$ zu einander in den constanten Verhältnisse

$$s_k : \bar{c}_k = \eta_r^2 : b_m$$

stehen, und dass also zwischen den zwei Verhältnissreihen

$$c_0 : c_1 : \ldots : c_{2m-1} \quad ; \quad s_0 : s_1 : \ldots : s_{2m-1}$$

eben jene oben erörterte Beziehung wie zwischen den beiden Grössenreihen

$$c_0, c_1, \ldots c_{2m-1} \quad ; \quad \bar{c}_0, \bar{c}_1, \ldots \bar{c}_{2m-1}$$

stattfindet. Es folgt ferner, dass die Coëfficienten $b_0, b_1, \ldots b_m$ der $m+1$ Coëfficienten von $D^{(m)}(x)$ und auch denen von $\overline{D}^{(m)}(x)$, die Coëfficienten $a_0, a_1, \ldots a_{m-1}$ denen von $C^{(m)}(x)$ und endlich die Coëfficienten $\mathfrak{a}_0, \mathfrak{a}_1, \ldots \mathfrak{a}_{m-1}$ denen von $\overline{C}^{(m)}(x)$ proportional sind. In den ersten beiden Gleichungen (Z°) können daher die Grössen a, b, beziehungsweise durch die Coëfficienten von $C^{(m)}(x)$, $D^{(m)}(x)$ die Grössen s aber durch die Grössen $\bar{c}$ ersetzt werden, und in den beiden folgenden Gleichungen können an Stelle der Grössen $\mathfrak{a}, b$, beziehungsweise die Coëfficienten von $\overline{C}^{(m)}(x)$, $\overline{D}^{(m)}(x)$ genommen werden. Da nun gemäss Art. VIII (F′)

$$C^{(m)}(x) = \left| c_k, c_{k+1}, \ldots c_{k+m-1}, \sum_{g=1}^{g=k} c_{g-1} x^{k-g} \right| ; \; D^{(m)}(x) = \left| c_k, c_{k+1}, \ldots c_{k+m-1}, x^k \right|$$
$$(k = 0, 1, \ldots m)$$

ist, so erhält man die Gleichungen

$$(Z)\qquad \begin{aligned} &\text{I,}\quad \Big|\, c_k\,,\, c_{k+1}\,,\, \dots\, c_{k+m-1}\,,\, \sum_{g=1}^{g=k} c_{g-1}\bar{c}_{k+k-g}\,\Big| = 0\,,\\ &\text{II,}\quad \Big|\, c_k\,,\, c_{k+1}\,,\, \dots\, c_{i+m-1}\,,\, \bar{c}_{i+k}\,\Big| = 0\,, \end{aligned}$$

$$(\bar{Z})\qquad \begin{aligned} &\text{I,}\quad \Big|\, \bar{c}_k\,,\, \bar{c}_{k+1}\,,\, \dots\, \bar{c}_{k+m-1}\,,\, \sum_{g=1}^{g=k} \bar{c}_{g-1}c_{k+k-g}\,\Big| = 0\,,\\ &\text{II,}\quad \Big|\, \bar{c}_k\,,\, \bar{c}_{k+1}\,,\, \dots\, \bar{c}_{k+m-1}\,,\, c_{i+k}\,\Big| = 0\,, \end{aligned}$$

$$(k=0,1,\dots m-2\,;\; i=0,1,\dots m-1\,;\; k=0,1,\dots m)$$

welche die zwischen den beiden Verhältnissreihen

$$c_0 : c_1 : \dots\, c_{2m-1} \quad ; \quad \bar{c}_0 : \bar{c}_1 : \dots : \bar{c}_{2m-1}$$

bestehende Reciprocitätsbeziehung darlegen. Wenn nämlich die Verhältnisse von $2m$ Grössen $\bar{c}$ aus denen der $2m$ Grössen c durch die $2m-1$ Gleichungen (Z) bestimmt werden, so sind, wie die Gleichungen $(\bar{Z})$ zeigen, genau in derselben Weise umgekehrt die Verhältnisse der Grössen c durch die der Grössen $\bar{c}$ bestimmt. Dabei ist noch hervorzuheben, dass die je m Gleichungen (Z) II und $(\bar{Z})$ II mit einander insofern identisch sind, als die Coëfficienten der zu bestimmenden Grössen in beiden einander proportional sind; denn es sind, wie schon oben erwähnt worden, in beiden Gleichungen

$$\Big|\, c_k\,,\, c_{k+1}\,,\, \dots\, c_{k+m-1}\,,\, u_k\,\Big| = 0\;,\quad \Big|\, \bar{c}_k\,,\, \bar{c}_{k+1}\,,\, \dots\, \bar{c}_{k+m-1}\,,\, u_k\,\Big| = 0$$

$$(k=0,1,\dots m)$$

die Coëfficienten von $u_0, u_1, \dots u_m$ den mit $b_0, b_1, \dots b_m$ bezeichneten Grössen proportional. Endlich ist noch zu bemerken, dass die Ordnungen der primitiven linearen Recursionsformeln, welche für die Grössenreihe $\bar{c}$ bestehen, durch die Zahlen $m-n_{r-1}$, $m-n_{r-2}$, $\dots\, m-n_1$, m ausgedrückt sind, also, abgesehen von m selbst, sich mit den analogen Ordnungszahlen der Grössenreihe c zu m ergänzen.

Schliesslich ist noch eine Bemerkung über die in der Einleitung erwähnte Bézoutsche Function hinzuzufügen, welche sich ergiebt, wenn dort die Functionen $f(x)$ durch die Determinanten-Ausdrücke $D(x)$ ersetzt werden. Da nämlich die Coëfficienten der Bézoutschen Function

$$\frac{D^{(m)}(x)\,D^{(m-1)}(y) - D^{(m)}(y)\,D^{(m-1)}(x)}{x-y}$$

den Adjungirten der Grössen

$$c_{g+h} \qquad (g,h=0,1,\dots m-1)$$

proportional sein sollen, so muss diese Bézoutsche Function selbst abgesehen von einem von x und y unabhängigen Factor mit der Determinante

$$\begin{vmatrix} 0 & 1 & x & \dots x^{m-1} \\ 1 & c_0 & c_1 & \dots c_{m-1} \\ y & c_1 & c_2 & \dots c_m \\ \vdots & & & \\ y^{m-1} & c_{m-1} & c_m & \dots c_{2m-2} \end{vmatrix}$$

übereinstimmen. Bezeichnet man nun diese Determinante mit $B^{(m-1)}(x,y)$, so resultirt nach Bestimmung des Factors die Determinanten-Formel

$$D^{(m)}(x)D^{(m-1)}(y) - D^{(m)}(y)D^{(m-1)}(x) = |c_{g+h}|(x-y)B^{(m-1)}(x,y)$$
$$(g,h=0,1,\dots m-1),$$

welche auch direct in folgender Weise verificirt werden kann. Es ist

$$D^{(m)}(x) = \gamma_0 + \gamma_1 x + \gamma_2 x^2 + \cdots + \gamma_m x^m$$

und also

$$-\gamma_0 c_k = \gamma_1 c_{k+1} + \gamma_2 c_{k+2} + \cdots + \gamma_m c_{k+m} \quad (k=0,1,\dots m-1)$$

so wie

$$|c_{g+h}| = \gamma_m \quad (g,h=0,1,\dots m-1)$$

Bildet man nun das Product

$$\gamma_m x B^{(m-1)}(x,y),$$

indem man die erste Horizontalreihe der Determinante $B^{(m-1)}(x,y)$ mit x und die letzte Verticalreihe mit γ_m multiplicirt und fügt dann die zweite Colonne, mit γ_1 multiplicirt, die dritte, mit γ_2 multiplicirt, u. s. w. der letzten Colonne hinzu, so entsteht eine Determinante, in welcher das letzte Element der ersten Horizontalreihe $-\gamma_0 + D^{(m)}(x)$ ist. Dieses Element ist bei der Entwickelung der Determinante mit $D^{(m-1)}(y)$ multiplicirt, und wenn man an Stelle des Elementes $-\gamma_0 + D^{(m)}(x)$ nur $-\gamma_0$ setzt, so ist die Determinante in Beziehung auf x und y symmetrisch. Es muss daher der Ausdruck

$$\gamma_m x B^{(m-1)}(x,y) - D^{(m)}(x)D^{(m-1)}(y)$$

in Beziehung auf x und y symmetrisch, also dem Ausdrucke

$$\gamma_m y B^{(m-1)}(x,y) - D^{(m)}(y)D^{(m-1)}(x)$$

gleich sein, und dies bildet den Inhalt der zu verificirenden Determinanten-Formel.

16. Juni. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Dillmann las:

Über Baal mit dem weiblichen Artikel (ἡ Βάαλ).

Der Apostel Paulus hat Rom. 11, 4 τῇ Βάαλ geschrieben, wie schon die LXX zwar nicht in der dort von Paulus angeführten Stelle 1 Reg. 19, 18, wohl aber sonst häufig Βάαλ mit dem weiblichen Artikel versehen haben. Da im hebr. A. T. הַבַּעַל immer männlich gebraucht wird, so ist diese Schreibweise höchst auffallend und hat trotz der mancherlei von Seiten der Bibelausleger gemachten Versuche eine annehmbare Erklärung bis jetzt nicht gefunden. Der Grund jener Erscheinung wird wo anders liegen, als wo man ihn bisher gesucht hat. Die folgende Erörterung soll den genaueren Nachweis dafür geben und zugleich die Verwendung des ἡ Βάαλ für eine gewisse mythologische Theorie, wie sie neuerdings mehrfach beliebt wurde, beseitigen helfen.

Frühere haben angenommen, dass man ein weibliches Appellativum suppliren müsse, z. B. εἰκών (Erasmus, Luther, Beza, Grotius A.) oder στήλη (Glass) oder δάμαλις (Drusius nach Tob. 1, 5). Diese Annahme kann jetzt als aufgegeben angesehen werden, da eine solche Ellipse an sich ungewöhnlich und unstatthaft ist, und mindestens τῇ τοῦ Βάαλ gesagt sein müsste, da ferner für Götzenbild im hellenistischen Sprachgebrauch nicht ἡ εἰκών, sondern τὸ εἴδωλον gangbar war, und mit στήλη zwar oft genug מַצֵּבָה (s. namentlich 2 Reg. 3, 2. 10, 26 f.), auch בָּמָה (Lev. 26, 30) wiedergegeben wurde, aber niemals בַּעַל, nicht einmal חַמָּן, da endlich Stellen wie καὶ ἀνέστησε θυσιαστήριον τῇ Βάαλ (2 Reg. 21, 3), καὶ ἔστησε στήλας ταῖς (ν. τοῖς) Βααλίμ (2 Chr. 33, 3), τὸν ἱερέα τῆς Βάαλ ν. ἱερέα Βάαλ (2 Chr. 23, 17), οἱ προφῆται ἐπροφήτευον τῇ Βάαλ (Jer. 2, 8), ἐπροφήτευσαν διὰ τῆς Βάαλ (Jer. 23, 13) u. A. geradezu sinnlos wären. Diese selben Stellen machen zugleich die Ansicht van Hengel's unmöglich, welcher willkürlich genug dafür hielt, ἡ Βάαλ bezeichne an sich (ohne Ergänzung) die Baalssäule und ὁ Βάαλ den Gott.

Wenn sodann Gesenius[1]) und noch Ewald[2]) in der Verwe
lichung des Namens die Absicht, den Gott verächtlich zu mach
vermutheten, so lag darin wohl eine Ahnung des richtigen Sach
verhältnisses, aber die Begründung dieser Vermuthung mit einer a
geblichen Sitte der Rabbinen und Araber, von den Götzen als nich
tigen, ohnmächtigen Wesen gerne verächtlich die Femininform z
gebrauchen, war wenig zutreffend. Denn schon diese Sitte sel
ist sehr fraglich. Freilich sind appellative Namen für Götzen wi
טָעוּת, הַחֲלָא, [illegible][3]) weiblich, aber nur weil sie ursprünglich A
stracta sind. Wenn im Talmud hie und da אֱלוֹהוּת[4]) für gewö
liches אֱלֹהִים und bei den Syrern ܐܠܗ̈ܬܐ[5]) d. h. Göttinnen f
Götzen vorkommt, so ist doch noch die Frage, ob hier die we
liche Bildung nicht durch den Einfluss des weiblichen טָעוּת o
הַחֲלָא veranlasst ist und am Ende nichts weiter bedeutet als G
heiten. Jedenfalls sind derartige Beispiele zu vereinzelt, um j
allgemeine Regel daraus zu abstrahiren, und beweisen vollends nic
gegenüber von einem Eigennamen, was doch Baal war. Und w
einmal[6]) Mischna ע' ז' 2, 3 תרבות statt des gewöhnlichen [illegible]
sagt wird, so ist da ein Anklang an und ein Spiel mit [illegible]
turpitudo[7]) beabsichtigt, liegt also ein ganz anderer Fall
Treffender scheint die Berufung auf 2 Reg. 17, 30f. LXX, s
hier eine ganze Reihe von Eigennamen ausländischer Gottheit
welche die heidnischen Samaritaner verehrten, mit dem weiblich
Artikel versehen sind[8]), aber das sind sonst unbekannte Gött
namen, über deren Geschlecht die Übersetzer zweifeln und die
in dubio wohl als weiblich fassen konnten; dicht daneben steht
selben V. 31 τῷ Ἀδραμέλεχ καὶ Ἀνημέλεχ, welche sie aus d
schliessenden und ihnen wohlbekannten מלך als männlich erkannt
und daher als gen. masc. behandelten, wie ihnen auch Baal a

---

1) in Rosenmüller's Repertorium I. 139. 2) Alterthümer
302. 3) s. über diese Fleischer, zweite Fortsetzung der Be
träge zur arab. Sprachkunde 1866. S. 290f. in den Berichten d
K. Sächs. Ges. d. Wiss. 4) Buxtorf lex. talm. c. 95; Levy WB
über die Targ. I. 29. 5) P. Smith thes. Syr. I. 196. 6) Bux-
torf a. a. O., c. 2660. 7) Levy a. a. O. II. 562f. 8) καὶ οἱ
ἄνδρες Βαβυλῶνος ἐποίησαν τὴν Σωκχὼθ Βενίθ, καὶ οἱ ἄνδρες Χοὺθ
ἐποίησαν τὴν Ἐργέλ, καὶ οἱ ἄνδρες Αἱμὰθ ἐποίησαν τὴν Ἀσιμάθ, κα
οἱ Εὐαῖοι ἐποίησαν τὴν Ἐβλαζὲρ καὶ τὴν Θαρθὰκ κ. τ. λ.

männliche Gottheit sicher ganz bekannt war. Aber selbst zugegeben, dass in dieser Stelle die Verweiblichung die Verachtung ausdrücken sollte, so bleibt immer noch als Haupteinwand die Frage übrig, wie es denn komme, dass sonst nur Βάαλ und auch dieser nicht immer weiblich artikulirt wurde, nicht aber die andern Götter des A.T., wie Kemosch, Molech, Milkom, Tammuz, Peor, Dagon. Darauf ist eine befriedigende Antwort nicht zu geben.

Gerade daran, dass nur der Name Baal so behandelt wurde, knüpfen sich noch andere Erklärungsversuche an. Man sagte (Reiche und Fritzsche zu Rom. 11, 4), die Hellenisten hätten Baal für gen. comm. gehalten d. h. sich gedacht, dass Baal als Name sowohl für den männlichen Gott als für seine weibliche Syzygie (Astarte oder Baaltis) gebraucht werden konnte, und hätten demnach überall da, wo ihnen der Zusammenhang einer Stelle eine weibliche Gottheit nahe zu legen schien, ἡ Βάαλ geschrieben. Allein wie die Hellenisten zu dieser Einbildung von der Doppelgeschlechtigkeit des Wortes Baal hätten kommen sollen, ist nicht einzusehen, da der hebräische Text nicht bloss keine Veranlassung dazu giebt, sondern oft genug Baal und Astarte wie männliche und weibliche Gottheit ausdrücklich neben einander nennt (z. B. Jud. 2, 13. 10, 6. 1 Sam. 7, 4); auch haben sie an einzelnen Stellen sogar den Plural Βααλσίμ, der doch nach ihrer Ansicht sowohl die männlichen als die weiblichen Götter in sich schlösse, gleichwohl als femininum behandelt (z. B. 2 Chr. 24, 7. 33, 3 var.). Deshalb sahen sich schliesslich die neuesten Exegeten[1]) zu der Annahme, die übrigens schon Selden de dis Syris synt. II, 2[2]) ausgesprochen hatte, gedrängt, die Alten haben die Gottheit Baal als männlich und weiblich zugleich d. h. als androgyn gedacht, in welchem Falle man sie freilich ganz beliebig, ohne weitere Gründe dafür im Zusammenhang, als ὁ und als ἡ bestimmen konnte. Und diese Annahme ist so beliebt geworden, dass man jetzt jene Schreibweise der hellenistischen Juden geradezu unter den Beweisen für einen mannweiblichen Baal geltend gemacht liest[3]).

---

[1]) noch B. Weiss in Meyer's Commentar zu Röm.[6] 1881 S. 519f. [2]) S. 240ff. in der Ausgabe Beyer's von 1672. [3]) Schlottmann die Siegessäule Mesa's 1870 S. 27f.; ZDMG. XXIV. 650; in Riehm's HWB. des bibl. Alterth. S. 114f.; zweifelnd W. v. Baudissin in Herzog-Plitt RE. f. prot. Theol.[2], I S. 723.

Allein gab es denn wirklich in der alten Zeit einen androgynen d. h. als Mannweib dargestellten und verehrten Baal? oder war der Cult eines solchen wenigstens in der Ptolemäerzeit in Übung und so verbreitet, dass die griechischen Bibelübersetzer Andeutungen desselben ohne Weiteres in die Texte eintragen konnten? Beides ist zu verneinen; weder hat man positive Nachrichten über einen androgynen Baal, noch beweisen die indirecten Beweise, die man dafür beizubringen pflegt, das was sie beweisen sollen.

Im Aschtor-Kemôsch der Inschrift des Königs Mescha Z. 17 (aus dem 9ten Jahrhundert) glaubte Schlottmann[1]) das kanaanitische Original des Ἀφρόδιτος und Venus almus erkennen zu dürfen. Sofern Kemôsch als Hauptgott der Moabiter dem Baal der Phöniken entspricht, würde hieraus ein indirectes Zeugniss für einen mannweiblichen Baal sich ergeben. Die Voraussetzung bei dieser Auffassung ist, dass die beiden Namen im Beiordnungsverhältniss zu einander stehen, und Aschtor hier in männlicher Form dasselbe bezeichne, was sonst die weibliche Form Aschtoret. Aber, um bei letzterem anzufangen, aus dem Fehlen der Femininendung folgt noch nicht, dass Aschtor männlich genommen werden muss: bei den Babyloniern und Assyrern hiess die Göttin Astarte Istar (die weibliche Form Istarit ist viel seltener und scheint mehr den Sinn eines Appellativums zu tragen[2]) und bei den Syrern ʿAttar[3]), ohne Femininendung. Indessen bei den Sabäern war Aṯtar, die in den sabäischen Inschriften so häufig genannte Gottheit, ohne Zweifel ein Gott, nicht eine Göttin[4]), und da diese sabäische Gottheit mit der babylonischen Istar jedenfalls in einem geschichtlichen oder vorgeschichtlichen Zusammenhang steht, so darf man doch wohl daraus schliessen, dass es eine Zeit gab, wo Istar sowohl als Gott

---

[1]) ZDMG. XXIV. 649—672. Ähnlich Baudissin a. a. O. Auch E. Schrader ZDMG. XXVI. 169 sagt: „dass der Astor-Kamos des Mesasteines eine androgyne Gottheit war, möchte sich hienach wohl kaum noch beanstanden lassen". [2]) Fried. Delitzsch chaldäische Genesis 1876 S. 273. [3]) s. weiter unten. [4]) Gegen Osiander's gegentheilige Meinung s. Praetorius Beiträge zur Erklärung der Himjar. Inschriften I S. 11—13; ZDMG. XXVI. 429 Anm. Aṯtar galt dort als Vater des Gottes Sin, Journ. Asiat. VII, 4 p. 524 f. Doch bemerke auch אלת עתתר in Halévy's Inschr. No. 152 Z. 3 (ZDMG. XXXI. 733 Anm. 4) und עתתר שרמם Journ. As. VII, 4 p. 555 ff.

wie als Göttin aufgefasst werden konnte, und wäre insofern die Möglichkeit zuzugeben, dass wie die Sabäer, so auch einzelne Stämme oder Völker Syriens noch einen männlichen Aschtor forterhalten hätten. Nun müsste aber, da sowohl Aschtor als Kemosch Eigennamen sind, unter Annahme des Beiordnungsverhältnisses, Aschtor-Kemosch besagen: der Aschtor, welcher Kemosch ist, im Unterschied von anderen Aschtor. Allein wenn Aschtor Kemosch ist, warum ihn nicht einfach, wie sonst immer in der Inschrift, Kemosch nennen? und warum in einem nichts weniger als didaktisch gehaltenen Schriftstück die Leser über das belehren, was als bekannt gelten musste? Soll aber eine Modification des Kemosch (derjenige Kemosch, welcher Aschtor ist, im Unterschied von andern Kemosch) gemeint sein, so müsste nach den sonstigen Sprachregeln Kemosch-Aschtor stehen [1]). Stehen aber demnach beide Namen nicht im Beiordnungs-, sondern im Unterordnungsverhältniss zu einander, dann fällt auch der männliche Aschtor von selbst weg, da man höchstens genealogisch einen Gott nach dem andern bestimmen könnte, in diesem Fall aber „Vater" oder „Sohn des" dazwischen stehen müsste. Und da weiter auch die appellative Fassung von Aschtor [2]) schon nach dem Zusammenhang nicht möglich ist [3], so ergibt sich als die allein zulässige oder wenigstens wahrscheinlichste Erklärung die, dass man Aschtor als Göttin nimmt und durch Kemosch bestimmt sein lässt: die Aschtor des Kemosch [4]), mag man das verstehen als Aschtor Tochter des Kemosch, oder besser Aschtor Weib des Kemosch. Genau entsprechend ist dann die syrische Göttin Atergatis d. h. עתרעתה die Attar des 'Atê. Die Aschtor oder Attar wurde bei verschiedenen Völkern und Stämmen in sehr verschiedener Weise aufgefasst, z. B. als Göttin der Zeugung und Liebe oder als Kriegsgöttin oder Städtebeschirmerin u. s. w. Selbst die Assyrer unterschieden zwischen

---

[1]) wie schon Hitzig die Inschrift des Mescha 1870 S. 57f. bemerkt hat. Was Schlottmann ZDMG. XXIV. 655f. dagegen sagt, schlägt nicht durch, weil das äg. *Ra* (Sonne) zugleich Appellativ war. [2]) wie sie Hitzig S. 16. 58f. versucht hat; eine andere bei Halévy mélanges d'épigraphie et d'archéologie 1874 p. 63. [3]) sofern man die Beute nicht einem Schatz oder einer Heerde als חרם weiht, wie schon Schlottmann ZDMG. XXIV. 671 bemerkt hat. [4]) So richtig Ed. Meyer in ZDMG. XXXI. 733; Clermont-Ganneau im J. As. VII, 11 p. 529f.; Halévy im J. As. VII, 13 p. 209.

einer Istar mit mehr weiblichen und mit mehr männlichen Eigenschaften[1]). In Kanaan, wo eine phönikische Astarte mit ganz anderem Typus so bekannt und verbreitet war, bedurfte eine als Kriegs- und Schlachtengöttin aufgefasste Aschtor um so mehr eines bestimmenden Beisatzes. Dass aber die Istar-Attar-Astarte-ʿAnât der Assyrer, Syrer und Phöniken wirklich auch Kriegs- und Schlachtengöttin war, wird wohl nicht mehr zu bezweifeln sein[2]). Trotz dieser männlichen Eigenschaften bleibt sie Göttin, sogut wie Athene trotz ihrer kriegerischen Thaten Weib blieb, und von einer androgynen Gottheit kann bei Aschtor-Kemosch keine Rede sein[3]).

Noch weniger kann ein androgyner Astarte-Baal aus der zweiten Inschrift von Umm el ʿAwâmîd[4]) erwiesen werden, nach der von Renan[5]), Levy[6]), Schröder[7]) und Halévy[8]) angenommenen Lesung לְמַלְךְ ע[ש]תרת אל חמן, da gerade von dem entscheidenden Wort עשתרת in der That bloss רת wirklich auf dem Steine steht, ein ע sogar nach dem erhaltenen Rest des Schriftzuges kaum möglich und selbst לְמַלְךְ nicht zweifellos ist[9]), und da (wie Halévy gezeigt hat) jene Buchstaben, selbst wenn sie daständen, schon aus grammatischen Gründen nicht „dem König Astarte, dem Sonnengott" verstanden werden könnten. Vielmehr wird, mag man das erste Wort (mit Bargès) לְאֹדֶן oder (mit Renan) לְמַלְךְ lesen, im zweiten Wort entweder מלקרת (Ed. Meyer) oder ein Stadtname stecken. Von einem Astarte-Baal steht nichts da, auch nichts von Baal, sondern nur von אל חמן.

Mit besonderem Nachdruck hat man von vielen Seiten für die Synkrasie von Baal und Astarte die Sarkophaginschrift des Esch-

---

[1]) Fried. Delitzsch a. a. O. S. 271f. [2]) s. Delitzsch S. 272; de Vogüé mélanges d'archéologie 1868 p. 41ff.; Clermont-Ganneau J. Asiat. VII, 11 p. 494ff.; Ed. Meyer ZDMG. XXXI. 718f. 729. [3]) s. über diese Frage auch noch Kautzsch und Socin die Ächtheit der moabitischen Alterthümer 1876 S. 73 bis 86. [4]) auf welche sich Schlottmann Inschrift Eschmunazar's 1868 S. 143; die Siegessäule Mesa's 1870 S. 27, und Baudissin a. a. O. berufen. [5]) Renan im J. As. V, 20 p. 377. VI, 2 p. 526ff. [6]) Phönik. Stud. 1864. III S. 37f. [7]) Schröder phönikische Sprache 1869 S. 226. [8]) Halévy mélanges p. 58. [9]) s. darüber Bargès im J. As. VI, 2 p. 189ff.; Ewald über die grosse Carthagische und einige andere Inschriften 1864 S. 44; Kautzsch und Socin a. a. O. S. 83f.; Ed. Meyer in ZDMG. XXXI. 730.

munazar (aus dem Anfang des 4ten Jahrhunderts v. Chr.) und die zahlreichen karthagischen Weihinschriften geltend gemacht, sofern in diesen Zeugnissen deutlich die Astarte oder die Tanith (Tannath) als Offenbarerin und Erscheinungsform des Baal dargestellt werde[1]). — In der Eschmunazar-Inschrift handelt es sich um Z. 17—18: „wir sind es, die wir bauten Häuser den Göttern der Sidonier in Sidon, dem Meeresland, ein Haus dem Baal von Sidon und ein Haus לעשתרת שם בעל", was heissen soll „der Astarte, welche ist der Name Baals". Soll darin eine Definition des Wesens der Astarte überhaupt liegen, so ist diese Auffassung schon durch den Zusammenhang ausgeschlossen. Denn nachdem Eschmunazar Z. 16 gerühmt hat, dass er der Aschtoreth in Sidon, dem Meeresland, ein Haus gebaut, und dann Z. 17, dass er dem Eschmun ein Haus gebaut habe, so kann er Z. 18, wo er den Bau eines Hauses für Baal und für עשתרת שם בעל rühmt, nicht die Z. 16 genannte Astarte und das dort erwähnte Haus meinen, sondern nur ein anderes für eine andere Astarte, deren unterscheidende Bezeichnung eben in שם בעל liegen muss. Nimmt man unter den beiden möglichen Lesungen שֵׂם und שֵׁם (für שְׁמֵי) die erstere an, so ist *a*) die Erklärung des שֵׂם בַּעַל als Ortsnamens[2]), also Astarte von Schem-Baal darum unwahrscheinlich, weil der Tempel in Sidon gebaut ist und weil von einer Cultusstätte des Schembaal, die doch eine berühmte gewesen sein müsste, sonst nichts bekannt ist, *b*) „Astarte der Name d. h. Ruhm Baals" (Ernst Meier) zu nichtssagend, zu hausbacken und zugleich sprachgebrauchswidrig[3]), aber auch *c*) „Astarte der Name d. h. die Manifestation Baals"[4]) unzulässig. Wohl wird im A.T. der Name Gottes in einer Person, z. B. einem Engel gegenwärtig (Ex. 23, 21), auf ein ihm geweihtes Haus gelegt oder daselbst wohnhaft (1 Reg. 3, 2. 8, 16. 11, 36. Deut. 12, 11 u. s. w.) gedacht, aber niemals heisst darum diese Person oder dieses Haus der Name Gottes. Der Zusammenhang verlangt auch nicht eine Aussage über das, was Astarte (und am Ende jede andere Gottheit) im Verhält-

---

[1]) So Blau ZDMG. XIV. 651; XIX. 541; Schlottmann Inschrift Eschmunazar's S. 75. 142 ff.; de Vogüé mélanges p. 52—56; Stade in Morgenländ. Forschungen 1875 S. 196; Baudissin a. a. O. [2]) so vermuthungsweise Blau ZDMG. XIX. 541. [3]) s. darüber Schlottmann Eschmun. S. 145 f. [4]) so Blau, Schlottmann, Derenbourg im J. As. VI, 11 p. 104 f.; de Vogüé, Stade, Baudissin.

niss zu Baal (als höchstem Gott) ist, sondern die Bestimmung des diese Astarte von der andern schon genannten Astarte unterscheidenden Merkmals. Man wäre darum veranlasst *d*) mit Oppert[1]) „Astarte des Baal-Namens", welche den Baalnamen trägt, zu erklären, aber weder wäre das eine deutliche Bezeichnung ihres unterscheidenden Wesens, da am Ende jede Astarte in gewissem Sinn den Baalnamen trägt, zu Baal in einer genealogischen oder ehelichen Beziehung steht, noch ist die Wendung: eine Person des Namens N.N., sonst im Semitischen gebräuchlich. Aus diesen Gründen wird man doch die Lesung שֵׁם vorziehen müssen[2]): Astarte des Himmels d. h. die himmlische Astarte, die Urania[3]). Nur wird dann בעל nicht zu שם[4]), sondern zu עשתרת שם bestimmend genommen werden müssen: bezeichnet wird die Himmelsastarte Baals, die Gemahlin des Himmelsbaals, des Βεελσαμην[5]), und eben damit selbst Urania. Aber auch wenn „Astoreth der Name Baals" richtig wäre, wäre Astarte eben Astarte, nicht Baal. Dass man sie selbst Baal nennen konnte, würde daraus nicht entfernt folgen. Im Gegentheil im Text selbst ist sie von Baal unterschieden, neben ihm genannt und mit ihm zu dem Plural „die Götter der Sidonier" zusammengefasst.

Für diese Auffassung des שם בעל als „Namen Baals" führt man nun freilich insgemein als schlagenden Beweis den stehenden Beinamen an, welchen die sidonische[6]), aber hauptsächlich karthagische Göttin תנת (Tanit, Tannat?) auf Tausenden karthagischer Weihinschriften führt, nämlich פן בעל. Sie ist hier immer mit בעל חמן zusammengenannt und zwar fast[7]) ausnahmslos vor ihm, in der

---

[1]) im J. As. VII, 7 p. 385. 399. Ähnlich schon Ewald Erklärung der grossen phön. Inschrift von Sidon 1856 S. 44 und Abhandlung über die grosse karth. Inschrift 1864 S. 26: „Astarte des Namens Baals d. h. höchstgöttlichen Namens." [2]) mit Munk, M. A. Levy, Halévy mélanges p. 33, Clermont-Ganneau im J. As. VII, 11 p. 529. [3]) מלכת השמים Jer. 7, 18. 44, 19; ἡ οὐρανίη Ἀφροδίτη in Ascalon Her. 1, 105. [4]) wie Halévy thut mit Berufung auf שמי יהוה Thren. 3, 66. [5]) worüber die Zeugnisse bei Schröder phön. Spr. S. 131 zusammengestellt sind. [6]) nach Inscr. Athen. 1, wo עבדתנת d. h. Ἀρτεμιδώρος ein Sidonier heisst. [7]) nicht bei Maltzan (Reise in den Regentschaften Tunis und Tripolis 1870. I S. 388) Nr. 46, und nicht in den Inschriften von Constantine, wo sie hinter בעל חמן genannt und nicht als רבת prädicirt ist.

Formel לרבת לחנת פן בעל ולאדן לבעל חמן. Eine andere Lesung oder Auffassung als פְּנֵי (für פְּנֵי) ist bis jetzt nicht wahrscheinlich[1]). Mag man nun פן בעל als Ortsnamen eines Heiligthums, wo sie zuerst verehrt wurde[2]), also die ganze Phrase als „Tanit von Pene Baal" (so wie Baal von Tyrus, Baalat von Gebal u. s. w.) fassen[3]), oder wie seit de Saulcy[4]) die Meisten thun, als „Tanit Gesicht des Baal", so viel steht fest, dass auch hier (wie bei פשתרת שם בעל) durch diesen Beisatz nicht das Wesen der Göttin im Allgemeinen definirt, sondern die hier gemeinte Tanit von andern Tanit[5]) unterschieden werden soll, so wie Baal durch den Beisatz חמן von andern Baal unterschieden wird. Sodann aber, auch wenn man in dieser Phrase פן im appellativen Sinn „Gesicht des Baal" nimmt, liegt doch zur Eintragung der Theorie, dass Tanit die Offenbarerin des Baal, die sichtbare Vertreterin der Person des Baal sei[6]), also Tanit sozusagen für Baal stehe, weder Grund noch Recht vor, wird ja doch Baal neben ihr sofort genannt, sondern es wird nach dem Unterordnungsverhältniss zu verstehen sein „Tanit des Gesichtes Baals", d. h. entweder Tanit die Baalsgesichtige, die dieselben פנים, die Baal hat, zeigende, Baal-ähnliche[7]), oder die Baal zugekehrte, Baal gegenüberstehende und entsprechende, seine *παράσδρος*, in bei-

---

[1]) Gegen Ewald's und gegen Er. Meier's Auffassung (dem sich auch Euting angeschlossen hat) s. Schlottmann Eschmun. S. 145f. [2]) mit Oppert in Comptes rendus de l'Acad. des Inscr. 1867 p. 217f.; Halévy mélanges p. 42ff. und im J. As. 1879 VII, 13 p. 206f.; Ed. Meyer in ZDMG. XXXI. 720. [3]) wogegen aber nicht unerhebliche Einwendungen von Berger im J. As. VII, 9 p. 147ff. und von Clermont-Ganneau im J. As. VII, 11 p. 519ff. erhoben worden sind. [4]) de Saulcy in Revue archéol. 1846 t. III p. 633. [5]) z. B. צד תנת מצרת in der Collection des Mr. de Sainte-Marie J. As. VII, 9 p. 153. [6]) etwa wie Ex. 33, 14 פָּנַי mein Gesicht d. h. ich persönlich und Jes. 63, 9 מַלְאַךְ פָּנָיו den Engel, in dem Gott persönlich gegenwärtig ist (vgl. Ex. 23, 21), bezeichnet. Nirgends aber heisst Jemand פָּנִים eines andern schlechtweg. [7]) Τὸ Ἡλίου *φέγγος ἐνορᾶται τῇ* Σελήνῃ (Plutarch *περὶ τοῦ ἐμφαινομένου* cap. 27, ed. Wyttenb. t. IV, 2 p. 815). Auch die Ortsnamen פְּנֵי אֵל (Gen. 32, 31) und Πρόσωπον Θεοῦ (Strabo 16, 2, 16) bei Tripolis in Phönizien, das heutige Rās Schaqqa oder auch Cap der Lichtmadonne, können doch nur davon benannt sein, dass man dort das Gesicht Gottes einmal geschaut zu haben oder noch immer zu schauen glaubte, wenn es nicht einfach s. v. a. „vor Gott", d. h. Bezeichnung eines Heiligthums ist.

den Fällen s. v. a. die himmlische, die Urania, wie ja die Alten die grosse Göttin von Karthago immer beschreiben[1]), also zuletzt dasselbe, was עשתרת שם בעל. (Die Meinung Ed. Meyer's[2]), dass תנת פנ בעל die Rhea oder Ops sei, hat schon Clermont-Ganneau[3]) widerlegt.)

Aus allen diesen angeblichen Beweisen erhellt nicht, dass es eine Astarte-Tanit gab, die man für Baal selbst setzen oder ἡ Baal nennen könnte. Auch das appellative בעל wird, so weit bekannt, nirgends im Hebräischen oder Phönikischen als gen. comm. gebraucht, sondern das grammatische Femininum lautet בעלה, בעלת. So hiess auch die weibliche Gottheit zum männlichen Baal ursprünglich Baalat. Eine Göttin Baalat war auch, nach Ortsnamen zu schliessen, in Kanaan einst verehrt[4]); an Bedeutung scheint sie aber ziemlich frühe zurückgetreten zu sein, während sie z. B. in dem phönikischen Byblos den Rang der Hauptgöttin hatte[5]). In Palästina und Sidon-Tyrus wurde ihr Dienst durch den der weiblichen Aschtor oder Aschtoret verdrängt. Das ist derselbe Fall, der sich auch sonst beobachten lässt, z. B. dass bei den alten Chittäern die weibliche ʿAnat (babylonisch ʿAnatu) viel und weithin verehrt war[6]), aber die ursprüngliche männliche Gottheit dazu ʿAn (ʿAnu der Babylonier) antiquirt wurde. So sind überall bei den semitischen Völkern und Stämmen die alten Götterpaare El und Ilat, Baal und Baalat (Bel und Bilit), ʿAschtor und ʿAschtoret, ʾAn und ʾAnat zersprengt worden: an die Stelle der allgemeinen Namen traten neue bestimmtere, ursprünglich attributive oder geographische Beinamen zur Individualisirung und zur Unterscheidung von den entsprechenden Gottheiten anderer Stämme und Städte, neue Paarungen der Göttergeschlechter traten ein, oder auch gewann bald die männliche über die weibliche, bald die weibliche über die männliche Gottheit die Oberhand, je nach den Neigungen

---

[1]) Münter die Religion der Karthager S. 74 ff.; Gesenius monum. Phön. p. 168 ff. [2]) ZDMG. XXXI. 720. [3]) J. Am. VII, 11 p. 532 not. [4]) nach Barhebraeus auch in Edomitis, ZDMG. XXIX. 266. 282. 295 f. In Karthago ist sie inschriftlich nachgewiesen von Euting punische Steine 1871 S. 21. [5]) nach Philo von Byblos bei C. Müller fragm. hist. Graec. III p. 569 und nach der neuerdings gefundenen grossen Inschrift von Byblos ZDMG. XXX. 132 ff. [6]) s. zuletzt bei Ed. Meyer ZDMG. XXXI. 718 f.

und Bestrebungen der Verehrer. Und so kam es dann auch, dass solchen weiblichen Hauptgottheiten einzelner Gemeinwesen alle die Eigenschaften und Functionen zugeschrieben wurden, die man sonst von der Gottheit überhaupt oder speciell der männlichen auszusagen gewohnt war, z. B. Kampf und Krieg, ohne dass sie darum aufhörten Göttinnen zu sein. Weiter führt auch die oft angeführte Stelle bei Apulejus metam. lib. 11 cap. 5[1]) nicht. Die Angaben der Mythologen, Lexicographen und anderer Schriftsteller aus der Kaiserzeit[2]) über Ἀφρόδιτος, Venus Deus, Lunus Deus u. s. w. sind zu spät, als dass sie hier in Betracht kommen könnten; sie beziehen sich auf Vorstellungen aus der Zeit des wilden Synkretismus oder auf eigenthümliche Gestaltungen, wie sie sich unter dem Zusammenwirken der griechischen und orientalischen Kunst und Sprache, namentlich auf Cypern und in Kleinasien, herausgebildet hatten. Über alle dem wissen selbst diese jungen Schriftsteller nichts von einem weiblichen Baal.

Wenn endlich Schlottmann[3]) sich noch darauf beruft, dass in dem Eigennamen יתן עשתרת Aschtoret-jatan[4]) das Verbum zu Aschtoret die Masculinform hat, also Aschtoret männlich aufgefasst sei, so ist es freilich nicht erlaubt, mit Levy[5]) diese auffallende Form durch die Misserklärung „der Aschtoret gegeben oder geweiht“ (לְצַ״ יִתֵּן) aus der Welt zu schaffen. Wohl aber ist dem gegenüber auf andere Fälle der Art aufmerksam zu machen. Zwar die palmyrenischen Namen עתנתן ʿAte-natan[6]) und עתעקב ʿAte-ʿaqab[7]) gehören nicht hieher, weil ja, wie jetzt für anerkannt gelten kann, ʿAte ein Gott, nicht eine Göttin war[8]); dagegen ist ganz analog בלחיתן Belti-ḥan ein Weibername[9]) (wo von einem männlichen Belti gewiss nicht die Rede sein kann, und אנתחן Anat-ḥan[10]),

---

[1]) t. I p. 994ff. in der Ausg. von Hildebrand. [2]) Spartian in Caracalla cp. 6 f. (worüber Chwolsohn Ssabier I. 395—403); Servius zu Verg. Aen. II, 632; Hesychius sub Ἀφρόδιτος; Macrobius Saturn. III, 8; Joh. Laur. Lydus de diebus cap. 10 und de mensibus cap. 44 (ed. Röther p 69 und 213); Suidas sub Ἀφροδίτη, u. A. [3]) Eschmunazar S 147. [4]) Cit. 30; Dav. 5, 3. [5]) Phön. Stud. III. 46 f. [6]) de Vogüé Syr. centr., Inscr. Sémit. p. 37. [7]) ebenda p. 38. 48. [8]) gegen Baudissin Stud. I. 238 f. s. Ed. Meyer in ZDMG. XXXI. 731. [9]) auf der palmyr. Inschrift 52 bei de Vogüé p. 44. [10]) Hadrum. 7 bei Euting punische Steine S. 25 f.

wenn da wirklich, wie Euting meint, אנת s. v. a. ענת ist. (Zw liest Euting אנת תָּחֹן im Imperf. fem., und dafür könnte בעלתן sprechen, aber gewöhnlicher ist, wenn das Verbum hinten ste das Perf.[2].) Einigermaassen entsprechend ist auch יתנצתר Jat attar[3]) nach Maltzan's Lesung. Bedenkt man, dass bis jetzt (viel bekannt) kein aus einem Göttinnamen und einem Verb. f zusammengesetzter Eigenname, sei es Manns- oder Frauenna gefunden ist, in welchem das Verb. fin., mag es voran- oder na gesetzt sein, das Femininzeichen hat, so scheint sich daraus d Regel zu ergeben, dass man in solchen Zusammensetzungen d Femininzeichen nicht anwandte[4]). Hat man doch auch gem demselben Trieb nach möglichster Kürze Hamilcar, Ὀυοδόστωρ u. gesprochen.

Ist demnach ein weiblicher Baal überhaupt nicht nachzuweis so ist auch nicht anzunehmen, dass den griechischen Bibelüb setzern (immerhin noch im 3ten und 2ten Jahrhundert v. Chr.) d Vorstellung eines solchen so geläufig gewesen sei, dass sie s in directer Abweichung vom Original, promiscue statt des mä lichen Baal in den Text setzten, und der Grund ihrer Schreibwe wird wo anders zu suchen sein.

Zunächst hat man zu bedenken, dass, wie schon gesagt, LXX allen anderen Namen heidnischer Götter[5]), die im Urt männlich sind, ihr männliches Geschlecht belassen. Man sie daraus, dass es sich ihnen mit Baal eigenthümlich verhält. Wei hat man sich zu erinnern, dass Baal in Kanaan der allgemein Gottesname war, dessen Grundbedeutung Herr zugleich im Spra bewusstsein der Leute vollkommen lebendig blieb, der darum der Zeit des unbefangenen Zusammenlebens mit den Kanaanä sogar von den Israeliten für ihren Gott Jahve gebraucht werd konnte, dass aber dieser Name im profetischen Zeitalter unter d Kämpfen der Jahvereligion mit dem kanaanäischen Heidenth

---

1) Abyd. 8b. 2) z. B. אשמנחן Cit. 21, בעלתן (Levy phö Stud. III p. 73 no. 14, und Euting pun. St. S. 13 no. 128), vg den edomitischen Namen בַּעַל חָנָן Gen. 36, 38 f. 3) bei Maltzan S. 368 f. no. 18, 3-4; de Vogüé liest anders, s. ZDMG. XXXI. 73 4) Über das Fehlen des א fem. am vorausgesetzten Verbum perf. wenn das nachfolgende Subject ein Weib ist, s. auch Levy phö Studien III S. 44. 52 f. 55; Maltzan S. 357 no. 10 u. 11. 5) m Ausnahme derer in 2 Reg. 17, 30 f., worüber oben S. 602.

nd bei zunehmender Vertiefung und Klärung der religiösen Erenntniss mehr und mehr anrüchig werden musste, weil er der daals so verderblich gewordenen Religionsmengerei zu einem Anüpfungspunkt diente. Zum Beleg für diese Sätze dient Folgendes. Man findet in der Richter- und ersten Königszeit Personennamen, welche mit Baal zusammengesetzt sind, nämlich ausser יְרֻבַּעַל Jud. 6, 32, der wohl ursprünglich auch hieher gehört, in Sauls Familie אֶשְׁבַּעַל, ursprünglich wohl אִשְׁבַּעַל 1 Chr. 8, 33. 9, 39, מְרִי־בַּעַל 1 Chr. 9, 40 oder מְרִיב בַּעַל 1 Chr. 8, 34. 9, 40, unter Davids Söhnen בְּעַלְיָדָע 1 Chr. 14, 7, unter seinen Helden בְּעַלְיָה 1 Chr. 12, 5[1]); einiges andere wird noch nachher erwähnt werden. Aus der Zeit nach David kommen ähnliche Beispiele nicht mehr vor, obwohl kaum zu bezweifeln ist, dass auch in den folgenden Jahrhunderten und zumal im Nordreich unter dem Omrihaus mancher Mann den Jahve und Baal gleichsetzte und Baal in seinem Namen führte. Man darf das aus der Schrift des Hosea 2, 18f. schliessen, wo er von der gebesserten Gemeinde der Zukunft erwartet und verheisst, dass sie Gott ihren אִישׁ (Ehemann), nicht mehr ihren Baal nennen werde, und dass Gott die Namen der Bealim aus ihrem Munde fortthun wolle, so dass man sie gar nicht mehr mit ihrem Namen erwähne (nenne). Gerade dieser Ausspruch Hosea's nun wurde später, nach dem Exil, in der Zeit der Restauration, da man den Forderungen des Gesetzes und der Propheten immer ängstlicher und buchstäblicher nachzukommen sich bemühte, der Ausgangspunkt auch eines eigenthümlichen Verhaltens zum Baalnamen. Wenn nämlich schon einer der Bearbeiter des Richterbuchs durch die eigenthümliche Erzählung Jud. 6, 25—32 den Anstoss an dem Namen Jerubaal (LXX Ἱερόβααλ) beseitigt hat, wenn später in Num. 32, 38 durch Einschiebung von שֵׁם מִסְבּוֹת einem an Nebo und Baal sich anknüpfenden Verdacht entgegengewirkt, oder wenn (nach der Zeit des Chronikers, aber vor den griechischen Übersetzern) einige Stellen in den BB. Sam., welche durch das Vorkommen des Baalnamens ungünstige Vorstellungen über die gottesdienstlichen Verhältnisse in Juda erwecken konnten, durch leichte Änderungen gereinigt wurden[2]),

[1]) dass auch אשבל, punktirt אִשְׁבַּל, ein benjaminitischer Name, einst אשבעל gelautet habe (Gen. 46, 21. Num. 26, 38. 1 Chr. 8, 1), hat Wellhausen Text der BB. Sam. S. 30f. vermuthet. [2]) nämlich Davids Sohn Beeljada in אֶלְיָדָע 2 Sam. 5, 16 umgenannt, בַּעֲלָה יְהוּדָה 2 Sam. 6, 2 (vgl. 1 Chr. 13, 6) in מִבַּעֲלֵי יְהוּדָה geändert (s. J.

so geschah dies zwar schon gemäss dem von Hosea ausgesproch
nen Abscheu vor dem Baalnamen, aber dem frommen ängstlich
Sinn dieser späteren Gemeinde war damit noch nicht Genüge
schehen. So wie man aus ängstlich verkehrter Auslegung des
botes Lev. 24, 16 sich gewöhnte, den Namen Jahve's gar
mehr auszusprechen, und demgemäss schon im 5ten und 4ten Ja
hundert Nehemja diesen Namen möglichst vermied, der Verf.
Qohelet ihn gar nicht mehr gebrauchte und der Sammler oder
der früheren Abschreiber der Pss. 42—83 ihn fast überall d
אֱלֹהִים oder אֲדֹנָי ersetzte, so fieng man auch an, gerade auf Gr
der Stelle Hos. 2, 19, sich ein Gewissen daraus zu machen,
Namen בַּעַל überhaupt auszusprechen. In dem so viel gele
BB. Sam. machte sich dies sogar noch im hebräischen Text s
bemerklich, indem man אִשְׁבַּעַל (1 Chr. 8, 33. 9, 39) durch אִישׁ
2 Sam. 2, 8. 3, 8 u. s. w.[1]), יְרֻבַּעַל (Jud. 6, 32. 7, 1) durch יְר
2 Sam. 11, 21, מְרִי־בַעַל (1 Chr. 9, 40) durch מְרִיב־בָּשַׁת 2 Sam. 4
9, 6—13. 16, 1. 4. 19, 25—31. 21, 8 (also zugleich mit Ände
von מרי in מפי) ersetzt, ebenso 2 Sam. 23, 8 aus אִשְׁבַּעַל zun
אִשְׁבֹּשֶׁת (יִשְׁבֹּשֶׁת), was die LXX noch haben (vgl. 1 Chr. 11, 11. 2
gemacht, woraus dann erst durch weitere Verderbniss der je
Text יָשַׁב בַּשֶּׁבֶת (vgl. V. 7) entstand[2]). Alle diese Änderungen
dann, mit Ausnahme von 2 Sam. 11, 21[3]), auch in die griechi
Übersetzung übergegangen. Dass בֹּשֶׁת hier im schlimmen Sinn
Schande[4]) gemeint ist, darüber kann kein ernstlicher Zweifel s
Aber auch warum die Juden gerade dieses Wort für בַּעַל einsetz
ist nicht schwer zu sehen. Eben Hosea, obgleich er in s
Predigten den verhassten Namen Baal, wo es Noth that, allerd
nannte und schrieb (Hos. 2, 10. 15. 9, 10. 13, 1) und dadurch d

---

Fürst in Hilgenf. Zeitschr. f. wiss. Theol. 1881. XXIV. S. 174
Ähnlich wurde, obwohl erst noch später, בֵּית בַּעַל בְּרִית in Jud. 9,
(vgl. V. 4) durch בֵּית אֵל ב' ersetzt.

[1]) In den Stellen 2 Sam. 3, 7. 11. 4, 1. 2 (s. Wellh. Text d
BB. Sam.) wurde im Hebräischen, nicht im Griechischen der N
sogar ganz ausgestossen. [2]) s. über diese Vorgänge im Gan
Ewald Geschichte[3] II. 537; Wellhausen BB. Sam. S. 30f. Ba
dissin Studien I. 108 f.; Nestle die israelitischen Eigenna
S. 118f. [3]) wo die LXX wie die Pesch. mit Rücksicht
Jud. 6, 32 an der älteren Lesart festhielten. [4]) Ewald wo
es im guten Sinn d. h. Scheu, Gegenstand der Gottesfurcht nehm

lich zeigte, dass er mit jenem Wort 2, 19 nichts weniger als sklavisch buchstäblich verstanden sein wollte, hat in der Stelle 9, 10 im rhythmischen Wechsel der Glieder den Baal Peor mit Rücksicht auf den unzüchtigen Dienst desselben בֹּשֶׁת (daneben auch שִׁקּוּץ) genannt, und Jeremja schloss sich, wie in manchen andern Dingen, so auch hierin an ihn an Jer. 3, 24. 11, 13 [1]). Wenigstens ist in allen drei Stellen diese Auslegung der בֹּשֶׁת die wahrscheinlichere. Belassen wurden in den hebräischen BB. Sam. nur der Ortsname בַּעַל חָצוֹר 2 Sam. 13, 23 und בַּעַל פְּרָצִים 2 Sam. 5, 20, in welchen letzteren man aber בַּעַל appellativisch ausgelegt zu haben scheint [2]), und die Pl. בָּעָלִים 1 Sam. 7, 4. 12, 10, indem hier der Götzendienst ausdrücklich als solcher gerügt ist, während in den geänderten Stellen ohne die Änderung ein ungerügtes Zeugniss für Baalsdienst in Israel zu lesen wäre. Dass diese Änderungen des בעל in בשת erst in der Zeit nach Abfassung der Chronik vorgenommen wurden, ist daraus wahrscheinlich, dass in den Parallelstellen der Chronik, die doch hier von den BB. Sam. als ihrer Quelle abhängig sind, die Änderung sich noch nicht zeigt. Dagegen scheinen sie noch vor der griechischen Übersetzung aufgekommen und ziemlich allgemein in die Texte eingedrungen zu sein, weil die LXX diese Änderungen auch haben und nur in einzelnen Stellen einige LXX Handschriften (vielleicht erst durch Rückwirkung der Chronik) die ursprüngliche Lesart geben [3]).

Natürlich drängt sich nun die Frage auf, warum nur in den BB. Sam. so geändert wurde. Man kann antworten: im Pentateuch [4]) darum nicht, weil dessen Text damals schon für zu heilig und unantastbar galt, um so starke Änderungen zu erlauben. Aber auf die Profetenbücher und Hagiographen findet diese Antwort keine Anwendung. Im Grunde liegt also hier derselbe Fall vor, wie mit der Änderung des יהוה in אלהים und אדני im 2ten und 3ten Psalmbuch, welche in andern Schriften nicht, oder doch nicht

---

[1]) wenn in letzterer Stelle מִזְבְּחוֹת לַבֹּשֶׁת, was die LXX nicht haben, nicht blosse Glosse ist. [2]) vgl. ἐπάνω διακοπῶν LXX, ἔχων διακοπάς Aq. [3]) so ausser 2 Sam. 11, 21 (s. oben) z. B. Cod. Holm. 93 und Itala Εἰσβααλ, Isbaal (s. Wellhausen BB. Sam. S. 153). [4]) wo übrigens Baal ausser Baal Peor (Num. 25, 3. 5. Deut. 4, 3) nur in heidnischen Mannsnamen Gen. 36, 58 und Ortsnamen (בַּעַל צְפוֹן Ex. 14, 2. 9. Num. 33, 7; בָּמוֹת בַּעַל Num. 22, 41; בַּעַל מְעוֹן Num. 32, 38) vorkommt.

mit irgend welcher Folgerichtigkeit durchgeführt wurde. Es erklärt sich das nur aus den Zufälligkeiten der Geschichte der Texte, näher daraus, dass jene Schriften durch die Hand eines Bearbeiters oder Schreibers gingen, welcher vor solchen Änderungen sich nicht scheute. Allein eben so klar ist, dass der Grundsatz, nach welchem dieser Bearbeiter der BB. Sam. änderte, ihm nicht individuell eigenthümlich gewesen, noch mit ihm ausgestorben sein wird. Vielmehr wie die Sitte, Jahve durch andere Gottesnamen zu ersetzen, zu einer durchgreifenden Textänderung nur in der einen Psalmschrift geführt hat, aber sehr bald[1]) durch den Grundsatz der Unveränderbarkeit der überlieferten Buchstaben Einhalt erlitt und nun zu der bloss mündlichen Substitution jener andern Gottesnamen (Qerî perpetuum) führte, gerade so kam man von dem Bestreben, den Baalnamen auch aus der Schrift zu vertilgen, welches Bestreben eine Zeit lang und in einzelnen Kreisen oben auf gewesen war und in den BB. Sam. ziemlich durchgeführt wurde, glücklicherweise und aus Respect vor dem geschriebenen Buchstaben wieder ab, und beschränkte sich darauf, denselben nur im Lesen zu vermeiden. Dass das wirklich sich so verhält, zeigt ein Blick auf die Übersetzungen.

Bei den LXX hat der Text der *κοινή* in 1 Reg. 18, 19. 25 für הַבֹּשֶׁת ἡ *αἰσχύνη*, sonst aber im selben Capitel ὁ Βάαλ. Da *αἰσχύνη* die Übersetzung von בֹּשֶׁת ist, so ist klar, dass hier dasselbe Princip, das im hebräischen Text der BB. Sam. sich zur Geltung brachte, noch fortwirkte, nämlich statt Βάαλ zu sagen *αἰσχύνη*[2]). Mag schon der ursprüngliche Übersetzer oder erst ein jüngerer Leser (Schreiber) dieses Wort hier in den griechischen Text gebracht haben, die Stelle zeigt, dass ein Bewusstsein vorhanden war von der Regel, *αἰσχύνη* für Βααλ zu sprechen. Nicht jeder Übersetzer oder Leser ist dazu fortgegangen, auch in der Schrift jenes Wort zu substituiren: nicht alle waren in dieser Beziehung gleich scrupulös. Andererseits ist auch wohl möglich, dass es Handschriften der griechischen Bibel oder einzelner Schriften derselben gegeben

---

[1]) schon in allen jüngsten biblischen Schriften, wie Chronik (im weitern Sinn) Esther Daniel. [2]) Erwähnt mag hier noch werden die Vermuthung A. Geiger's Urschrift und Übersetzung der Bibel S. 301, dass auch die Aussprache מֹלֶךְ (Μολόχ) einen Anklang an בֹּשֶׁת enthalten könne.

at, in welchen jene Sitte consequenter durchgeführt war, dass aber ann, nachdem der richtige Grundsatz der Nichtänderung des Cononantentextes zu allgemeiner Anerkennung gekommen war, solche landschriften antiquirt wurden, beziehungsweise Βάαλ wiederhereestellt wurde, wonach jene Stellen 1 Reg. 18, 19. 25 als ein nicht ickverbesserter Rest einer anderen Behandlungsweise anzusehen ären. Indessen in diesem Widerstreit zweier Grundsätze war ein usweg, der aber nur im Griechischen, nicht im Hebräischen mögich war, nämlich zwar Βάαλ in der Schrift zu belassen, beziehungsreise wiederherzustellen, aber ihm den Artikel von *αἰσχύνη*, was ie Scrupulöseren dafür sprachen, beizugeben. Dieser Auskunft emäss, auf welcher die Verbindung *ἡ* Βάαλ beruht, wurde nun in ler *κοινὴ* der LXX vielfach verfahren. Am strengsten ist sie durcheführt im B. Jeremja, wo überall *ἡ* Βάαλ gelesen wird (2, 8. 7, 9. 11, 13. 17. 12, 16. 19, 5. 23, 13. 27. 32 (39), 29. 35, sogar für den Pl. הַבְּעָלִים *ἡ* Βάαλ 2, 23, aber 9, 13 (14) *εἴδωλα*; ebenso in den ndern eigentlichen Profetenbüchern Zeph. 1, 4 Hos. 2, 10 (8). 13, 1, nicht aber für den Plural *τοῖς* Βααλείμ 11, 2 (2, 15. 18. 19). In Jud., Sam. (I, 7, 4. 12, 10), Reg. herrscht (mit Ausnahme von 1 Sam. 7, 4, 2 Reg. 21, 3) in den gewöhnlichen Ausgaben der männliche Artikel vor, doch finden sich oft Varianten mit weiblichem Artikel beim Sing. und Plur. (z. B. Jud. 2, 13. 3, 7. 10, 6. 10. 2 Reg. 1, 2. 16). In der Chronik ist (wie Jerem. 9, 13) בעלים durch *εἴδωλα* ersetzt 2 Chr. 17, 3. 28, 2—3; wo Βααλείμ steht und das Geschlecht ersichtlich ist (im Genetiv ist es nicht ersichtlich) findet sich *ταῖς* (var. *τοῖς*) 2 Chr. 24, 7. 33, 3, und Βάαλ im Sing. weiblich (var. ohne Artikel) 2 Chr. 23, 17. Noch Tob. 1, 5 hat *τῇ* Βάαλ, freilich dort durch folgendes *τῇ δαμάλει* schon nahegelegt. Im Pentateuch findet sich kein Beispiel dieser Sitte: Num. 22, 41 ist בָּמוֹת בַּעַל mit *τὴν στήλην τοῦ* Βάαλ wiedergegeben; das Anstössige in בַּעַל פְּעוֹר Num. 25, 3. 5. Deut. 4, 3 ist (wie Hos. 9, 10. Ps. 106 (105), 28) durch Zusammenziehung zu einem Eigennamen Βεελφεγώρ beseitigt; sonst kommt Baal im Pentateuch in Zusammensetzungen mit einem andern Wort als Orts- oder heidnischer Personen-Name vor und ist dann auch hier durch die Aussprache Βεελ oder durch Zusammenziehung mit dem andern Wort oder durch beides als Götzenname möglichst unkenntlich gemacht (Βεελστεπφων, Βεελμεων, Βαλλενων). Ähnlich sind die von Baal abgeleiteten oder mit Baal zusammengesetzten Eigennamen auch in andern Büchern behandelt, z. B.

Βεελαμων Cant. 8, 11 (Βελαμων Judith 8, 3), Βαλαγαδ Jos. 11, 17. 12, 7. 13, 5 (Γαλγαλ), Βελασωρ 2 Sam. 13, 23; in andern Stellen ist durch Auslassung des Βααλ geholfen, wie bei בעל חרמון Jud. 3, 3 (anders 1 Chr. 5, 23), oder durch andere Auffassung von בַּעַל, als wäre es בְּעַל ἐπάνω 2 Sam. 5, 20 (anders 1 Chr. 14, 11). Ez. 25, 9 (vgl. auch 2 Chr. 26, 7 בְּגוּר בַּעַל ἐπὶ τῆς πέτρας, als wäre es בַּגּוּר בְּעַל). Doch fehlt es nicht an Stellen, wo Βάαλ in Ortsnamen belassen ist, z. B. Jos. 13, 17. 15, 9. 60. 18, 14. Jud. 20, 33. 1 Chr. 4, 33, oder in Mannsnamen 1 Chr. 8, 30. 9, 36. 12, 5.

Ist so die Scheu vor dem Namen Baal durch die ganze LXX hindurch mehr oder weniger sichtbar und als durchgreifendstes Mittel zu seiner Vermeidung die Ersetzung durch ἡ Βάαλ, gelesen ἡ αἰσχύνη, angewandt, so ist sie dagegen iu den jüngeren griechischen Übersetzungen Aq. Theod. Symm., wenigstens nach den spärlichen Resten derselben zu urtheilen, nicht mehr zu erkennen, s. Jer. 2, 8. 9, 13 (14). 1 Reg. 18, 19. Jud. 2, 13.

Ganz dasselbe Sachverhältniss zeigt sich bei den jüdisch-aramäischen Übersetzungen (Targumim). Im Volkstargum zum Pentateuch (Targ. Jon. und Jerusch.) ist בעל beinahe ausnahmslos vermieden, um so merkwürdiger als in demselben עַשְׁתָּרוֹת als Ortsname Gen. 14, 5. Deut. 1, 4 und אֲשֵׁרָה Ex. 34, 13. 16, 21 unbedenklich beibehalten ist. Es wird בַּעַל צְפוֹן Ex. 14, 2. 9. Num. 33, 7 durch טעוות צ׳ wiedergegeben (und nur im Munde der Ägypter ist es belassen), בַּעַל מְעוֹן Num. 32, 38 durch קרתא דבלק דפגרו מתמן, בָּמוֹת בַּעַל Num. 22, 41 durch רמת דחלתא, טעות פעור במדור בית במסיא, בַּעַל פְּעוֹר Deut. 4, 3 durch טעוות פעור, ähnlich Num. 25, 5 durch die Umschreibung עמא דטעו בתר פעור; nur Num. 25, 3 ist בעלא מ׳ belassen, aber in Jerusch. Num. 25, 3. 5 טעוותא פעור geschrieben. Jedoch Gen. 36, 38. 39 hat auch Jon. den בעל חנן als König von Edom stehen gelassen. Also die Sitte, Baal zu vermeiden, geht auch hier fast durch, nur ist das Wort nicht (wie im Hebräischen und Griechischen) durch בהתא, sondern durch טעות und דחלא ersetzt. Dagegen ist (wie in Aquila gegenüber von LXX, so) im späteren amtlichen Targum Onkelos jene der Bestimmtheit und Genauigkeit des Schrifttextes zuwiderlaufende Sitte wieder aufgegeben, und in den genannten Stellen überall בַּעְלָא unbedenklich hergestellt, und nur Num. 22, 41 רמת דחלתיה (wie im Jon.) stehen gelassen. Auch im amtlichen Targum zu den Profeten (Jonathan) ist wie im Onkelos in den meisten Stellen בעלא Plur.

בעלא wiedergegeben. Jedoch wie dieses Targum niemals mit derselben Strenge und Genauigkeit als Onkelos redigirt und behandelt wurde, so haben sich doch in manchen Stellen noch Versuche, das anrüchige Wort zu umgehen, erhalten, nämlich 1) in den meisten Stellen, wo im hebräischen Text בעל als erstes Glied eines zusammengesetzten Ortsnamens steht, ist dafür מֵישַׁר Ebene gesetzt: מֵישַׁר גַּד Jos. 11, 17. 12, 7. 13, 5, מֵישַׁר חֲרְמָן Jud. 3, 3, מֵישַׁר חָצוֹר 2 Sam. 13, 23, מֵישַׁר פְּרָצִים 2 Sam. 5, 20, מֵישַׁר יְרִיחוֹ Jud. 20, 33, oder auch אֶרֶץ הָרְחָמָא für בַּצַּל שָׁלִשָׁה 2 Reg. 4, 42; 2) in einem Theil der Stellen des Jeremja und Hosea ist טעותא substituirt, nämlich Jer. 2, 9. 23. 12, 16. 23, 13. 27. Hos. 2, 10. 15. 19. 13, 1; in anderen Stellen schwanken die Handschriften und Ausgaben, wie Hos. 11, 2. Jer. 11, 13. — Dabei ist noch zu bemerken, dass auch in den Targums (wie bei den LXX) die andern biblischen Götternamen Molech, Peor, Kemosch, Tammuz, Kaivan, Dagon ohne Scheu beibehalten sind. Nur im Targ. Jerusch. wird Num. 21, 29 dem כְּמוֹשׁ ausdrücklich טעיתא vorgesetzt, und den מֹלֶךְ in Lev. 18, 21. 20, 2—5 hat Targ. Jon. mit der Formel אחרא לפלחנא למעבד umschrieben. Für מַלְכָּם, מַלְכְּכֶם, מַלְכִּי Zeph. 1, 5. Am. 5, 26. Jes. 8, 21 hat das Targ. פַּחֲרָא.

In der Peschitta ist בַּצַל sowohl für sich als in Eigennamen ohne Bedenken durch ܨܠܡ wiedergegeben. Wenn sie bei Baal Hermon Jud. 3, 3, Baal Schalischa 2 Reg. 4, 42, Baal Hamon Cant. 8, 11 abweicht, so hängt das mit abweichender Auffassung oder Erklärung zusammen; für Baal Gad Jos. 11, 17. 12, 7. 13, 5 hat sie jedesmal in anderer Weise verderbte Namen, zum Theil nach dem Vorgang des LXX Textes. Der Einfluss der LXX zeigt sich auch Jer. 9, 13, wo LXX εἴδωλα, Pesch. ܨܠܡ, und 2 Sam. 11, 21, wo LXX (nach Jud. 6, 32. 7, 1) Ἱεροβααλ, Pesch. ܝܪܒܥܠ statt der hebräischen Lesart יְרֻבֶּשֶׁת haben. Merkwürdig ist auch ܐܝܫܒܥܠ in 2 Sam. 2, 8 ff. und 1 Chr. 8, 33. 9, 39, was auf einer Ausgleichung zwischen אישבשת des Sam.- und אשבעל des Chron.-Textes beruht. Nur in der Psalmübersetzung Ps. 106, 28, wo Pesch. für Baal Peor ܒܥܠ ܦܥܘܪ hat, zeigt sich noch einmal das Streben, Baal zu vermeiden, hier übereinstimmend mit dem טעות des Targ.

Aber in der syrischen Übersetzung der Chronik, die bekanntlich selbst nichts anderes als ein Targum ist, zeigt sich fast noch überall die Art der jüdischen Volkstargume, den בעל zu vermeiden. Nur 1 Chr. 1, 49. 9, 40. 12, 5. 2 Chr. 23, 17 ist der Name ܒܥܠ theils isolirt, theils in Zusammensetzungen erhalten (1 Chr. 27, 28.

2 Chr. 26,7 ist der Text unvollständig). Dagegen in den Ortsnamen Baal Hermon 1 Chr. 5, 23 und Baal Peraṣim 1 Chr. 14, 11 ist Baal (wie im Targ. Jud. 3, 3. 2 Sam. 5, 20) durch ܒܩܥܬܐ Ebene gegeben, und 1 Chr. 4, 33 der Ortsname בַּעַל durch ܒܥܠ, 1 Chr. 14,7 בַּעֲלְיָדָע nach dem hebräischen Text von 2 Sam. 5, 16 durch ܒܥܠ. Der Pl. בעלים ist 2 Chr. 34, 4 übergangen, 2 Chr. 17, 3 durch ܒܥܠ 2 Chr. 24, 7. 28, 2. 33, 3 durch ܨܠܡ̈ übersetzt, und Baal als Mannsname 1 Chr. 5, 5. 8, 30. 9, 36 durch Entstellung zu ܒܥ unkenntlich gemacht. Man sieht also aus dieser syrischen Chronikübersetzung, wie aus den jüdischen Volkstargumen, dass der Widerwille, das Wort Baal in den Mund zu nehmen, bei den Juden bis über das erste christliche Jahrhundert hinaus lebendig blieb, und erst gegen die Zeit der amtlichen Targume, da auch der Baalcult fast verschwunden war, sich verloren hat.

Um so weniger wird daran zu zweifeln sein, dass in den letzten Jahrhunderten v. Chr. und im ersten christlichen Jahrhundert bei den palästinischen Juden sowohl als bei den hellenistischen der Grundsatz, den Baalnamen nicht zu sprechen, noch bestand, und wo man ihn in den heiligen Texten geschrieben fand oder bei Übersetzung dieser Texte schrieb, man ihn doch beim Lesen durch ein anderes Wort ersetzte, in aramäischem Mund in der Regel durch טעות, דחלא, אחרא, in griechischem Mund durch *αἰσχύνη*, und dass man im Griechischen durch den weiblichen Artikel ἡ Βάαλ, αἱ Βααλείμ dieses Qeri dem verständigen Leser andeutete. Auch Paulus folgte dieser jüdisch-griechischen Sitte, wenn er ἡ Βάαλ schrieb.

Zu der mündlichen Ersetzung eines geschriebenen Worts durch ein anderes bietet eine Analogie im grossen Maafsstab die Lesung der aramäischen Wörter der Pahlavî-Schrift bei den Erâniern, im Kleinen unser Gottseibeiuns statt Teufel.

Ferner wurde vorgelegt und zum Druck beschlossen die folgende Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Zachariae von Lingenthal:

Papyrusblätter vom Sinai-Kloster mit Bruchstücken griechisch-römischer Jurisprudenz.

Hr. Bernardakis (ein Grieche, der, wenn ich nicht irre, Mitglied des französischen archäologischen Instituts in Athen ist) hat

im Kloster auf dem Berge Sinai unter dem Deckel einer Handschrift zusammengeklebte Papyrusblättchen gefunden, welche Fragmente griechisch-römischer Jurisprudenz aus der Zeit von 438—528 d. i. aus der Zeit nach der Abfassung des Theodosischen Codex und vor Abfassung des Justinianeischen Codex enthalten. Hr. Bernardakis hat die Papyrusblättchen von einander getrennt und copirt. Nach seiner Copie hat Hr. Dareste, Mitglied des Instituts und Rath am Cassationshofe zu Paris, die Fragmente bearbeitet und zuerst im Bulletin de correspondance hellénique Juli 1880, sodann in zweiter verbesserter Auflage in der Nouvelle revue historique de droit français et étranger Nov.—Dec. 1880 herausgegeben.

Diese Publication hat nicht wenig Interesse erregt, hauptsächlich deshalb, weil sie uns einen Blick in die literarische Thätigkeit und Gelehrsamkeit der griechischen Juristen in einer Zeit thun lässt, über welche uns bis jetzt nur die kläglichen Schilderungen Justinians in der c. Omnem ad Antecessores einige Auskunft gaben. Musste bisher das unvermittelte Auftauchen eines gelehrten Juristen wie Tribonian mit seiner reichen Bibliothek einen meteorhaften Eindruck machen: so zeigen uns jetzt die Sinaitischen Fragmente, dass das Studium der juristischen Klassiker unter den Rechtsgelehrten im Ausgang des fünften und Anfang des sechsten Jahrhunderts denn doch ein eingehenderes gewesen ist, als man nach der Darstellung Justinians und nach den schriftstellerischen Leistungen der Justinianeischen Juristen anzunehmen veranlasst war.

Zum Theil wegen dieser Bedeutung der Fragmente, zum Theil aber auch wegen ihres Inhalts, musste es wünschenswerth erscheinen, den Text derselben vollständiger entziffert zu sehen, als es Hrn. Dareste gelungen war. Dazu war aber vor allen Dingen erforderlich, dass man wenigstens die Copie des Hrn. Bernardakis vor Augen hatte. Alle Conjecturen und Ergänzungsversuche entbehrten einer festen Grundlage, so lange man nicht wusste, wie viel Buchstaben im Original durchschnittlich auf einer Zeile gestanden haben, welche Abkürzungen im Original gebraucht sind, welche Buchstaben bei Lesung des Originals leicht mit einander verwechselt werden konnten, welche Stellen mit grösserer oder geringerer Sicherheit gelesen worden sind, und dergleichen mehr. Dies hat mich veranlasst, an Hrn. Dareste die Bitte um Mittheilung der Bernardakis'schen Copie gelangen zu lassen. Die Liebenswürdigkeit, mit welcher sich derselbe beeilt hat meiner Bitte

zu entsprechen, kann ich nicht genug rühmen, und die gelehrte Welt wird es dankbar anerkennen müssen, dass er mich in den Stand gesetzt hat, einen Abdruck der Copie des Hrn. Bernardakis als Grundlage für weitere kritische Lucubrationen zu liefern und daran meine Vorschläge zur Lesung und zum Verständniss der Fragmente zu knüpfen.

Der nachstehende Abdruck der sehr sorgfältigen Copie des Hrn. Bernardakis[1]) ist freilich nur so weit ein getreuer, als dieselbe durch Typen wiedergegeben werden konnte. Halbgelesene Buchstaben, zweifelhafte Buchstaben, Abkürzungszeichen u. dergl. waren in Typen nicht immer darzustellen. Ausserdem habe ich mir erlaubt, auch wo Hr. Bernardakis nichts bemerkt hatte, die Anzahl der fehlenden Buchstaben durch Punkte anzudeuten, wo sich dieselbe nach der Länge der Zeilen u. dgl. berechnen liess. Es soll indessen diese Berechnung keineswegs als absolut richtig bezeichnet werden.

Vorab muss ich bemerken, dass ich die Niederschrift des Hrn. Bernardakis zum Theil anders verstanden oder aufgefasst habe, als Hr. Dareste oder dessen Amanuensis.

So giebt die Copie meines Erachtens keinerlei Veranlassung, die Ordnung, in welcher Hr. Dareste die Fragmente herausgegeben hat, festzuhalten. Ich habe daher keinen Anstand genommen, eine andere Anordnung zu treffen, theils auf Grund der aus den Fragmenten selbst hervorgehenden Anzeichen, theils unter Anlehnung an die Ordnung der Digesten: die Numerirung der Fragmente durch Hrn. Dareste ist indessen zur leichteren Vergleichung mit dessen Bearbeitung von mir in Parenthese beigefügt worden.

Ferner bemerkt Hr. Dareste, dass die von ihm mit VIIIbis—X bezeichneten Fragmente (— im folgenden Abdrucke sind es die Nummern 5. 6. 13. 16. 10 —) *en lettres minuscules* geschrieben seien: allein dies gilt wohl nicht vom Original. Hr. Bernardakis hatte damit angefangen, das Original in einer Art Facsimile mit grossen Uncialen nachzumalen, später aber hat er vorgezogen, die Abschrift in kleineren flüchtigeren Uncialbuchstaben fortzusetzen, und zwar zum Theil nach Ziehung eines Querstrichs auf dem unteren unbeschriebenen Theil einer Seite, auf welcher oberhalb des Querstrichs

[1]) Leider hat Hr. Bernardakis unterlassen zu notiren, welche Fragmente insofern näher zusammengehören, als sie vielleicht auf Vorder- und Rückseite eines und desselben Papyrusblättchens gestanden haben.

die facsimilirte Abschrift eines anderen Fragments stand; dass das Original durchweg mit grossen Uncialen geschrieben war, ergiebt sich schon daraus, dass Hr. Bernardakis auf Nummer X, welche von ihm mit kleinen Uncialen geschrieben ist, bei nur einzelnen Buchstaben die Bemerkung macht, dass sie kleiner geschrieben seien (vgl. fr. 10 Anm. *c*. fr. 16 Anm. *c*).

Den Querstrich, von welchem ich eben gesprochen, hat Hr. Dareste zum Theil nicht so wie ich gedeutet. Er hat daher in no. X und ebenso in no. XIV je zwei Fragmente, welche in der Copie durch einen Querstrich von einander geschieden sind, als unmittelbar zusammenhängend herausgegeben, während der nachstehende Abdruck sie getrennt als fr. 16. 10 bez. fr. 19. 15 wiedergiebt. Umgekehrt habe ich nach den Notizen von Bernardakis annehmen zu müssen geglaubt, dass fr. 18 auf einem und demselben Papyrusblättchen in unmittelbarem Zusammenhange gestanden habe, obwohl die Abschrift von einer Seite auf die folgende hinüberreicht, während Hr. Dareste eben deswegen daraus zwei getrennte Fragmente (XVbis und XVI) gemacht hat. (Die Verstellung der Zeilen auf der Nummer VIIIbis des Hrn. Dareste — unten fr. 5 — beruht wohl nur auf einem Versehen, sei es des Amanuensis, sei es der Druckerei.)

Um nun noch etwas über den Inhalt der Sinaitischen Fragmente zu sagen, will ich hier bemerken, dass aus fr. 8 Anm. *a*. *b* und aus fr. 15 Anm. *d* mit Sicherheit geschlossen werden kann, dass uns hier Bruchstücke eines griechischen Commentars zu Ulpiani libri LI ad Sabinum, und zwar in fr. 1—13 aus dem auf lib. 36, in fr. 14—20 aus dem auf lib. 37 bezüglichen Theile erhalten sind, während in fr. 3 auf lib. 31 tit. 1, in fr. 11 auf lib. 35 tit. 2, in fr. 15 auf das folgende Buch 38 verwiesen wird.

Es ist allerdings auffallend, dass dieser griechische Commentar ohne den lateinischen Text, zu welchem er gehört, niedergeschrieben oder abgeschrieben worden ist. Vielleicht erklärt sich diese Erscheinung einfach auf folgende Art. Waren die im Gebrauch befindlichen Handschriften von Ulpians libri ad Sabinum sämmtlich nach den damals beliebten Regeln der Stichometrie geschrieben, so mochten dieselben einander nicht nur Blatt für Blatt, sondern auch Zeile für Zeile entsprechen. War dies der Fall, so passten Anmerkungen, in welchen der lateinische Text, zu dem sie gehörten, nach den Blättern der Handschrift u. dgl. citirt wurde,

zu allen Handschriften und konnten daher als selbständiges Supplement zu denselben behandelt werden.

Dass der Commentar, von welchem wir durch die Sinaitischen Fragmente Kenntniss erhalten, von beträchtlichem Umfang gewesen ist, ergiebt fr. 8. Hier findet sich am Fusse die Quaternionenzahl *κα'*. Wenn also der Commentar bei lib. 36 schon 21 Quaternionen gefüllt hatte, so musste er für das ganze Werk einen Umfang von etwa 30 Quaternionen haben.

Die Anmerkungen, die den Commentar bilden, sind übrigens doppelter Art. Es sind entweder sogenannte *indices*, d. h. kurze Wiederholungen der im Texte weitläufiger vorgetragenen Rechtssätze. Diese Indices waren wohl ursprünglich an den Rand der Handschriften geschrieben worden, um den Inhalt nach Art von summaria kurz zu bezeichnen. (Dergleichen kommen z. B. in den Vaticana fragmenta mehrfach vor.) Von wem die indices der Sinaitischen Fragmente herrühren, ist nirgend gesagt oder angedeutet. Die andere Art der Anmerkungen besteht in eigentlichen *παραγραφαὶ* (— dieser Name findet sich auf fr. 4 Z. 8 —), d. h. Erläuterungen zum Texte, hauptsächlich bestehend in Hinweisungen auf den parallelen Inhalt anderer Schriften klassischer Juristen oder der drei älteren Constitutionensammlungen. Zuweilen wird gesagt, dass man Stücke des Textes übergehen solle. Es erinnert dies lebhaft an die Worte Justinians in der c. Omnem reipublicae § 1: *multas partes eorum quasi supervacuas praeteribant.* Die *παραγραφαὶ* tragen regelmässig ein „*Sab.*“ an ihrer Spitze, was offenbar der Name des Verfassers ist. Möglich, dass es den Sabatius bezeichnet, von welchem Justinian in Nov. 35 als Gehülfen Tribonians in legum confectione unter eigenthümlicher Bevorzugung spricht. Dass die *παραγραφαὶ* nicht der Praxis, sondern der Schule entstammen, erhellt schon daraus, dass der Titel de integri restitutionibus in Ulpians Edictscommentar in fr. 4 Z. 9 einfach als in Ulpians *πρῶτα* stehend citirt wird; auch das *ἐδίδαξα* in fr. 19 Z. 7 weist darauf hin. Dies erklärt, warum auch Rechtssätze, wie z. B. die von der cessicia tutela, erläutert werden, welche im Orient völlig unpraktisch waren. Endlich mag damit zusammenhängen, dass von einer Einwirkung des sog. Citirgesetzes keinerlei Spur zu bemerken ist.

Der Verfasser der *παραγραφαὶ* citirt nämlich ausser Ulpian[1]) und in fr. 14 Z. 1 einem sonst nicht bekannten Buche de tutelis,

[1]) Dessen Bücher ad Sabinum danach in Titel und Capitel eingetheilt waren.

1. *Paulus*, und zwar dessen responsa lib. VIII in fr. 10 Z. 9 (die citirte Stelle steht in den Dig. XXIII, 3, 72 §1) und lib. XV in fr. 2 Z. 13 — ferner dessen libri ad Sabinum, lib. V in fr. 4 Z. 17 und lib. VII tit. 33 in fr. 11 Z. 9 und tit. 35 in fr. 8 Z. 14;

2. *Marcianus*, und zwar dessen ὑποθηκαρίας μονόβιβλον in fr. 12 Z. 16;

3. *Florentinus*, und zwar fr. 4 Z. 11 dessen lib. III Institutionen (— die citirte Stelle gehört wohl als Schlusssatz zu dig. 24 D. de pactis dotalibus);

4. *Modestinus*, und zwar fr. 4 Z. 15 dessen lib. I regularum, und fr. 13 Z. 3 eine in Dig. 42, 1, 20 erhaltene Stelle aus dessen lib. II differentiarum tit. 6.

Ausserdem werden citirt

5. der *Codex Gregorianus*. In fr. 1 Z. 10 lib. V const. 17 (ohne Titelzahl); in fr. 12 Z. 9 lib. V tit. penult.; ebenda Z. 12 lib. XI tit. 11 const. 12. Eine Constitution μετὰ τὸν Greg. κώδ. scheint citirt zu werden ebenda Z. 12.

6. Der *Codex Hermogenianus*. In fr. 5 Z. 2 und 6 werden citirt tit. 41 c. 16 und tit. 69 c. 120. Wie sehr durch diese Citate die geläufigen Begriffe von Bedeutung und Umfang dieser Constitutionensammlung geläutert werden, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden.

7. Der *Codex Theodosianus*. In fr. 1 Z. 3 ist citirt lib. III tit. 5 const. 16, womit die l. 11 C. Theod. de sponsalibus gemeint zu sein scheint. Hr. Dareste liest τί. ια' — entgegen dem deutlichen τί. ε' in der Copie des Hrn. Bernardakis —, und behauptet demnach, dass die Titelzählung in der Ausgabe von Baudi di Vesme richtiger sei, als die in der Ausgabe von Hänel. Aber τί. ε' bestätigt umgekehrt ganz direct die Hänel'sche Ansicht über die Titelzählung in Buch 5 des Theod. Codex. — Merkwürdig ist endlich fr. 19 Z. 5 das eigenthümliche Citat einer const. 126, welche mit dem Theod. Codex in einem Zusammenhange gestanden zu haben scheint.

Was den sachlichen Inhalt der indices und παραγραφαὶ betrifft, so würde es zu weit führen, wenn auf dessen Bedeutung namentlich für die Geschichte des römischen Rechts hier näher eingegangen werden sollte, zumal noch in mehreren wichtigen Stellen die Lesung als eine unsichere bezeichnet werden muss. Fürs Erste mag die nachstehende neue Ausgabe der Sinaitischen Fragmente genügen.

1 (I).

ΙΟΝ.ΟΑΚΙΝΔΥΝΟΝΕΙΝΑΙΤΗΝΠΑΡΑΒΑϹ.
ΤΗΜΝΗϹΤΗ⋊ΤΩΜΝΗϹΤΗΡΙ.Ρ̄.ΑΛΛΟ.ΝΤΩ
Γ̄ΌΤΟΥΘΕΟ̄ΔΚ̄Τ́ΕΗῙϹΤΟΥΤ́ΔΙΑΤ^ΑΚΡΑΤΥΝ
ΤΑϹΠΕΡΙϹΥϹΤΑϹΕΩϹΤΩΝΓΑΜΩΝΡΟΕΝ.Ϲ
⋊ΜΕΧΡΙΤΟΥΔΙΠΛΟΥ:—
ϹᾹΒΕΚΠΛΕΥΡΟΥΤΗϹΜΝΗϹΤΗϹΠΑΡΕΤΟΥΜ^Ε
ΤΟΝΓΑΜΟΝΚΕΧΡΗϹΟΤΗΕΝΤΩΓ̄Β́ΤΟΥΘΕΟ̄Δ
ΔΙΑΤ^α ΠΕΡΙΓΑΡΑΥΤΗϹΜΟΝΗΔΙΑΛΕΓΕΤΑΙ
ΕΙϹΔΕΤΟΠΡΟϹΩΠΟΝΤΟΥΜΝΗϹΤΗΡΟϹΔΙ.
ΛΕΥΟΜΕΝΤΗΕΝΤΩΕ̄Β́ΤΟΥϹΡΕϹΚ̄ῙΖ̄ΔΙΑΤ.
..ΤΑΤΑΥΤΟΝΕΠΕΡ̄ΘΕΝΤΑΠΡΟϹΤΙΜΟΝΕΚ
ΤΟΥΕΜΠΟΔΙϹΑΙΤΩ.ΑΜΩΜΗΚΑΤΕΧΕϹΟ..
ΕΝΔΥΝΑΜΩϹΕΝΔΕΤΩΤΕΛΙΤΟΥ.....

[stipulat]ionis transgressionem sine periculo esse sponsae et sponso ... Atqui lib. III Theod. Cod. tit. 5 const. 16 firmat poenas super ineundis nuptiis et quidem usque ad duplum.

Sab. A latere sponsae quae nuptias recusat utere constitutione

---

[a]) In der Abschrift Bernardakis steht auf dieser Seite links oben an ΤΟΝ ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΟΝ ΕΔΕΞΑ, worauf ein Zwischenraum von zwei bis drei Zeilen leer ist. Jene Worte scheinen übrigens wieder mit Bleistift durchstrichen zu sein, so dass es zweifelhaft bleibt, ob sie überhaupt zu unseren Fragmenten gehören. [b]) Ist die l. 11 C. Theod. de sponsalibus (III, 5 in der Ausgabe von Haenel) gemeint, so dürfte in Zeile 5 statt μέχρι τοῦ διπλοῦ zu lesen

2 (VIII).

. . . . . .
. . . . . .
ΠΕΒ.ΠΕΡΕΝϜΑϹΤΟϹΥΝΕΒΗΤ.ΤΩΔΕΕΧΩ.
ΤΙϹΑΔΕΛΦΗΝ⋊ΔΕΟΜΕΝΟϹϹΤΕΦΑΝΟΥΤΙΝ
ΕΠΙΤΙΝΙΠΡΑΓΜΑΤΙΕΡΩΝΤΟϹΤΗϹΑΥ...

1.

[a])ίον[ο]ς ἀκίνδυνον εἶναι τὴν παράβασ[ιν]
τῇ μνηστῇ καὶ τῷ μνηστῆρι. . . . ἀλλὰ [ἐ]ν τῷ
γ′ βι. τοῦ Θεοδ. κώδ. τί. ε′ ἡ ις′ τοῦ τί. διάτ.[b]) κρατύν[ει][c])
τὰς περὶ συστάσεως τῶν γάμων poen[a]s
καὶ μέχρι τοῦ διπλοῦ: —
SAB. ἐκ πλεύρου τῆς μνηστῆς παραιτουμένης
τὸν γάμον κέχρησο τῇ ἐν τῷ γ′ βι. τοῦ Θεοδ. [κώδ.]
διατάξει· περὶ γὰρ αὐτῆς μόνη[d]) διαλέγεται.
εἰς δὲ τὸ πρόσωπον τοῦ μνηστῆρος δι.
λευομεν τῇ ἐν τῷ ε′ βι. τοῦ Greg. κώδ. ιζ′ διατ.[e])[λέ]-
[γει] γὰρ αὐτὸν ἐπερωτηθέντα πρόστιμον ἐκ
τοῦ ἐμποδίσαι τῷ [γ]άμῳ μὴ κατέχεσθ[αι]
ἐνδυνάμως. ἐν δὲ τῷ τέλει τοῦ .....

quae est in lib. III Theod. Cod. nam de ea sola loquitur. In sponsi autem persona [utimur] const. 17 lib. V Greg. Cod. dicit enim eum, qui poenam stipulatus sit si nuptiis impedimento fuerit, non valide teneri. in fine autem . .

---

sein μέχρι τοῦ $\overline{\delta\pi\lambda}$οῦ d. i. τετραπλοῦ. [c]) Vielleicht φησὶν ἄλλο .... κρατεῖν. [d]) Dareste emendirt μόνης. [e]) Es ist auffallend, dass hier nicht ein Titel des lib. V C. Gregor. citirt wird. Ist hier die Abschrift fehlerhaft? denn dass dieses Buch blos aus einem einzigen Titel (de nuptiis) bestanden habe, ist nach fr. 12 Z. 9. 10 nicht anzunehmen.

2.

. . . . . .
. . . . . .
[a]). . . [ὃ]περ ἐν facto συνέβη τ[ο]ιῷδε· ἔχω[ν]
τις ἀδελφὴν καὶ δεόμενος στεφάνου τινὸς
ἐπί τινι πράγματι ἐρῶντος τῆς αὐ[τοῦ]

ΑdεΛϕΗCεΠΗΓΓΙΛΑΤΟΤΩCΤεϕΑΝΩΠΑ
ρΑCΚεΥΑΖΙΝΤΗΝΑdεΛϕΗΝΑΥΤΟΥCΥΝΑϕΘΗ
ΝΑΙΑΥΤΩεΠε῾ρΘΙCΚΑΙΤΙΠΡΟCΤΙΜΙΟΝΤ. Ν̄
ΜΗΤΟΥΤΟΠΟΙΗCΗΟdεΟΥΚΗdΥΝΗΘΗΠΙCS
ΤΗΝΑΥΤΟΥΑdεΛϕΗΝΗ⸗ΟΥΘεΛΙΑΥΤΗΝεΚ
d . . ΝΑΙ⸗εΡΩΤΗΘΙCεΙΠΟΝΑdΥΝΑΜΟΝ
ΕΙΝΑΙΤΗΝεΠε῾ρΩCΖ̄ΒΟΝΟSΜΟ῾ΡΥΠΑΡΧΟΥ
ΟΠε῾Ρ̄ϕΟΡΑULΒΙε῾Ρ̄SΟΝΑΥΤΟΥ . . . . .
. . . . dεSTIPULΑTIO
dεΤΗCΜεΝΠεΥCεΩ

quod in facto occurrit eiusmodi: qui sororem habebat et Stephani cuiusdam, qui sororem amabat, in aliqua re auxilio indigebat, Stephano pollicitus est se effecturum ut soror ipsi copularetur, poenam stipulatus si hoc non fecerit: is tamen sororem movere non

---

a) Bernardakis notirt: *σημ. ὕπερθεν εἰσὶν ἔτι 2 στίχοι μετ' ὀλίγων γραμμάτων.* — Ich vermuthe, dass sich in die Abschrift einige Versehen eingeschlichen haben. Die Zeilen werden erst dann von gleicher Länge, wenn man Z. 4 am Schlusse ΤΙΝ liest, Z. 6 am

3 (XII).

Α Ρ̄ . . . . . ΑΧ̄ΤΗΤΩΝΕ̄C̄ΟΝΙΟΤΑ . . .
ΓΑΜΩΤεΛεΥΤΗC. ΗΓΥΝΗ⸗ΑΥ . . . . . Ε . ΕΗ.
῾Ρ̄Π . . . . ΤΟΙΜΙΤΤΕΥΕΗΝΑ . . . . . ΕΙΝ ΕΧΙ.
ΤΟΥ . . . ῾ΠCΑΝΤΑ: —
ΣᾹΒΕΝΤΩΠΑΡΟΝΤΙΤ̔. ΑCΕΟ . dΙΑΛΕΓ . . . .
ΒΕ . ΙΠΥCΑdŪΤΙCΙΑCΠΡΟΙΚΟC: —
dεdΟΤΑεΠεΡΙΤΗCΑdŪΤΙCΙΑCΠΡΟΙΚ . . .
ΠΟΥϕΕ . ΤΟ . . ΠΡΟΛΑΒΟΥCΙΝΒΛἉΤ̄ΑΑΝΑΓ.
ΤΑΕΚΙΡΗΘΕΝΤΑC: —
ΑCSOCERΟTONΕICTONΠΕΝΘΕΡΟΝ . . . . . .
ΕΡΧΕΤΑΙdΥΝΑΤΑΙdΙΑΡΑCΤUΒΛΑΒΗΝΑΙ⸗

ἀδελφῆς ἐπηγγείλατο τῷ στεφάνῳ παρα-
σκευάζειν τὴν ἀδελφὴν αὐτοῦ συναφθῆ-
ναι αὐτῷ ἐπερωτηθεὶς καί τι πρόστιμον ε[ἰ]
μὴ τοῦτο ποιήσῃ· ὁ δὲ οὐκ ἠδυνήθη πιέζειν[b])
τὴν αὐτοῦ ἀδελφὴν ἢ καὶ οὐ θέλει αὐτὴν ἐκ-
δοῦναι. καὶ ἐρωτηθεὶς εἶπον ἀδύναμον
εἶναι τὴν ἐπερώτησιν ὡς contra bonos mores ὑπάρχου-
[σαν] [ὥ]σπερ φησὶν ὁ Paul. βι. ιε′ responson αὐτοῦ[c]) .....
... de stipulatio[n ...
δε τῆς μὲν πεύσεω[ς ....

mit vel eam non vult dotare. et consultus respondi stipulationem alidam esse utpote contra bonos mores interpositam ... dicit al. lib. XV responsorum ...

---

lusse ΠΑΡΑ, Z. 7 aber zu Anfang ΡΔ weglässt, Z. 8 ΠΡΟΣΤΙ-ΝΝ liest, am Schlusse das N̄ streicht und an das Ende von Z. 9 zt. [b]) Dareste πείθειν. [c]) Die hier citirte Stelle ist in die g. 45, 1, 134 pr. aufgenommen, wie schon Dareste bemerkt hat.

3.

[a]). . . . . ὅτα[ν ἐν]
γάμῳ τελευτήσ[ῃ] ἡ γυνὴ καὶ αὐ..... ἐπ[ε]-
ρωτη... τὸ committeuθῆνα[ι . . . . .
του .. [ἐπε]ρωτήσαντα: —
Sab. ἐν τῷ παρόντι τί. [πλ]ατέω[ς] διαλέγ[εται]
πε[ρ]ὶ τῆς adventicias προικός.
de dote: περὶ τῆς adventicias προικο῀ς [εἶ]-
ναν ἐ[ν] το[ῖς] προλαβοῦσιν βι. λα′ τί. α′[b]) ἀνάγ[ν.]
τὰ ἐκεῖ ῥηθέντα.
[a] ac socer. ὅταν εἰς τὸν πενθερὸν [ἡ προῖξ]
ἔρχεται, δύναται διὰ pactu βλαβῆναι· καὶ

U T I O Π Α T H Ρ Ε Π Ι d O Y C Π Ρ O I K Α d Y N Α T Α I Π(Ι
C H C Α I Α Y T H N Α d Ū T I C I Α N C H̄M̄ Ω Ρ Α I O N . .
O O C Ī M : —
Ε . N Y Π Ε Ξ O C d Α N I C Α M Ε Π I d Ω Λ d Γ . Ω Π Ρ I N
Ε . . . T H C Ε Α Y T O Y Θ Y Γ Α T Ρ O C O Y K Ε C T I . .
K . . H . Π Ρ O . Ε T Ε Ρ O N Ε C T I N Ε I T I C Ε N . . .
— — — —

Sab. In praesenti titulo late de adventicia dote disserit.
de dote. De adventicia dote dixi in antecedentibus lib. XXX tit. 1. Lege quae ibi dicta sunt.
ac socer. Si ad socerum dos pervenit, pacto deterior fieri po

---

a) Bernardakis bemerkt: ἐπὶ τοῦ παπύρου τούτου εἶναι ἐπικεκολλη-μένα γράμματα ἐκ τοῦ ἄλλου παπύρου· διὰ τοῦτο πολλαὶ ἀμφιβολί

4 (XV).

O U Ā Ρ :
S Ā B U O L Ε N T I Ε N T Ω Π Α Ρ O N T I Ī Θ K Ε Φ d I d Α(
K I Π Ε Ρ I T H C Ε N C Y N Ε C T Ω T I T Ω Γ Α M Ω K B Λ
Θ I C H C Π Ρ O I K O C H Ϗ M I Ω Θ I C H C Ϗ C H̄M̄ O T I
O N T Ρ O Π O N Γ I N Ε T Α I Π Ρ O I K O C Α Y Ξ H C I C Ε
. . N Ε C T Ω T I T Ω Γ Α M Ω O Y T Ω C Ϗ M . Ω C . . . . .
. . . Ε N C Y N Ε C T Ω T I T Ω Γ Α M Ω Π Ρ O B Ε . .
. . . O Y T O C O I Ε C H M I Ω C Α M H N Ϗ . N T H Λ B Π Ρ
T O Y d Ε Ī C . Ϛ Ρ T Ω N Ā U L Ρ̄ O Π O Y H . Φ H Λ I Ξ Γ Y
N H Α Π O K Α Θ I C T Α T Α I Ε I N Α C M I K N H T H N
Π Ρ O I K Α T O Α Y T O Φ Ϗ O R L O R B̄T̄ T Ω N I N S̄T̄ Α Y
T O Y Π Ε Ρ I T Α T Ε Λ H T O Y B Π Ρ O Ε̄ Φ T O Y T Ε Λ O Y
Ρ H M Α C I N T O Y T O I C U T I N C R Ε M̄T d O T I C Ρ S I
Ε T d Ε M I N U T I O N O C Ε Α T C Y N Α d I T O Y T O I S

ὅτι ὁ πατὴρ ἐπιδοὺς προῖκα δύναται ποι-
ῆσαι αὐτὴν adventiciav. σημ. ὠφαῖον [καὶ]
χρήσιμον: —
ἐ[ὰ]ν ὑπεξούσιος δανεισάμενος ἐπιδῷ γαμ[βρ]ῷ προῖκα
[ὑπὲ]ρ τῆς ἑαυτοῦ θυγατρὸς, οὐκ ἐστὶ[ν adven]-
ti[cia][c]) ἡ προίξ. ἕτερόν ἐστιν εἴ τις ἐν ...

et pater quum dotem dat adventiciam eam facere potest. Nota hrum ius et utile.
Si filius familias pecuniam mutuatus in dotem genero pro filia erit, non est adventicia dos. Aliud est si quis ...

---

lches der ἄλλος πάπυρος ist, bleibt dunkel. [b]) Vgl. l. 5. 7 de iure dot. 23, 3. [c]) Oder profecticia? Vgl. l. 5 § 8 D. eod.

4.

. . . . . .[a])
Sab. *volenti.* ἐν τῷ παρόντι ιϑ' κεφ. διδάσ-
κει περὶ τῆς ἐν συνεστῶτι τῷ γάμῳ καταβλη-
θείσης προικὸς ἢ καὶ μειωθείσης. καὶ σημ. ὅτι
ἂν τρόπον γίνεται προικὸς αὔξησις ἐν
[συ]νεστῶτι τῷ γάμῳ, οὕτως καὶ μ[εί]ωσ[ις αὐ]-
[τῆς] ἐν συνεστῶτι τῷ γάμῳ προβαί[νει].
.. [τ]οῦτό σοι ἐσημειωσάμην καὶ [ἐ]ν τῇ λβ' παραγραφῇ[b])
τοῦ de integ. restit. τῶν α' Ulp.[c]) ὅπου ἡ [ἀ]φῆλιξ γυ-
νὴ ἀποκαθίσταται εἰ pac[to] μειώσῃ τὴν
προῖκα. τὸ αὐτό φησι καὶ ὁ Flor. βι. γ' τῶν Inst. αὐ-
τοῦ περὶ τὰ τέλη τοῦ βι. πρὸ ε' φύλλων τοῦ τέλους
ῥήμασιν τούτοις· ut incrementum dotis prosit
et deminutio noceat[d]). συνάδει τούτοις καὶ

ΟΜΟ̄dΒᾹRΕϹ̄ΑΥΤΟΥΠΡΟῙΖRΕϹ.ΤΟΥΤΕ.Υ
ΤΟΥΒΕΝRΕϹΟΥΗΑΡΧΗdΟΤΙS9dIUOR.IO
CΕΜΡΟ.Ε̄ΕꝃΟΡΑŪLΒΕ̄ΤΩΝΑdS.ΒΑΥΤΟΥ

Sab. *volenti.* in hoc 19 cap. disserit de dote durante matrimo soluta vel imminuta. et nota: quo modo augmentum dotis durante ma trimonio fit, ita etiam imminutio dotis durante matrimonio locum bet. Hoc tibi notavi etiam in adnotatione 32 tit. de integri res τῶν πρώτων Ulp., ubi mulier minor restituitur si pacto minuerit

---

a) B. bemerkt, dieser Papyrus sei λίαν καθαρός. b) B. merkt zu den Buchstaben am Schlusse der Z. 8 ΠΡ: ἔχει στι τι ὕπερθεν ἄγνωστον. c) Es sind wohl die Prota aus

5 (VIII bis).

ΤΑΑΥΤΑ.......dIOC.............
.ΊΕΝΤΩΕRΜΟ̄Ϲ̄Κ̄Τ̄ΖΘΗΡΚΗCΗ.ΡΧΙΜ...
ΒΙΚΤU.Ε̄CᾹΒΚΑΝΟΝΑΓΑΡΕΧΕΤΟΤΟΥΤΟ
......ΙΟΝΑΠΡΟCΗΚΙΚΡΑΤΙΝΤΑΜ...
......ΑΛΛΑΚΑΘΑΡΑdΙΑΘΕCΙΤΙΝΟΜΙ
ΩCΕΝΤΩΕRΜΟ̄Ϲ̄Κ̄Τ̄ΜΑΗΙdꝃ.........ϕ.
....
.......ΘΕΜΑΕϕΩΙΚΟΝΙΚΟΝRΕΡUd..
ΑΝΤΙΑΛΗΘΟΥCΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙΩCΟΤΑΙΝΕ
CΙΡΑΤΑΘΥΓΑΤΗΡΤΗΝFΙCΤΟ........
......ΗΤΗΝΠΡΟΙΚΑꝃ............
.ΩΤΑΥΤΗΝΤΩΑΝdΡΙΠΑΛΙΝΤΕΛΕΥΤ...

— ut in Hermog. Cod. tit. 69 c. 100, cuius initium est: cum victus esset. Sab. regulam enim hancce tene: pacta servari oport quae non in fraudem sed consilio puro fiunt: ut in Hermog. Cod

---

a) Es ist διάτ. zu suppliren. b) Statt ΙΜ lese ich Η9.

ὁ Mod. βι. α′ Reg. αὐτοῦ πρὸ ις′ reg. τοῦ τέ[λο]υ[ς]
τοῦ βι. ἐν reg. οὗ ἡ ἀρχή· Dotis cum divor[t]io
sempe[r] esse· καὶ ὁ Paul. βι. ε′ τῶν ad S[a]b. αὐτοῦ

m. idem dicit etiam Flor. lib. III Iust. circa finem libri 5 foliis fine verbis hisce: ut incrementum dotis prosit et deminutio noceat. Eis adstipulatur etiam Mod. lib. I Reg. ante 17 reg. in fine libri, a regula cuius initium „Dotis cum divortio semper esse", et Paul. l. V ad Sab.

's libri ad Edictum gemeint. Vgl. übrigens l. 9 § 1 und l. 48 de minorib. [d]) Ich vermuthe, dass diese Worte unmittelbar l. 24 D. de pactis dotal. anzuschliessen sind.

5.

τὰ αὐτὰ — —
[ὡ]ς ἐν τῷ ermog. κώδ. τί. ξϑ′ ἡ ρκ′[a]) ῆς ἡ [ἀ]ρχή· cum[b]) ....
victus esset[c]). SAB. κανόνα γὰρ ἔχε τοιοῦτον·
[τὰ σύμφ]ωνα προσήκει κρατεῖν τὰ μ[ὴ κατὰ]
[ἀπάτην] ἀλλὰ καθαρᾷ διαθέσει γινόμε[να].
ὡς ἐν τῷ ermog. κώδ. τί. μα′ ἡ ιδ′ καὶ ..... φησὶ ..
— —
..... θέμα ἐφ' ᾧ εἰκονικὸν repud[ιον]
ἀντὶ ἀληθοῦς λαμβάνεται ὡς ὅτε ἡ e[man]-
cipata θυγάτηρ τὴν ficto [repudio] ..
..... τὴν προῖκα καὶ ..... [ἐπι]-
[δ]ῷ ταύτην τῷ ἀνδρὶ πάλιν .....

t. 41 c. 14 et ... dicit .. — thema, in quo fictum repudium pro ero accipitur, veluti quum filia emancipata ficto repudio — —

) Ist das Rescript gemeint, welches in l. 9 C. Iust. de pactis 2, 14 erhalten ist?

6 (IX).

. . . . . .

. . . . . .

ЄΝΤѠΝΡSΟΟUΗCΠЄΥCЄѠCΗΑ...dЄΝ.

Ϛ..ULϚINIK̸BĒTOYdIΠΛOYΑYOYΡOT

dЄSΡONSΑLIB.ΑΡΧΗΤѠΝΡΗΤѠΝdЄdIЄΡONЄ

CIM̆ĒΡΑ:ЄΧЄΤѠΠΑCЄΞOYCIΑΝΡЄΡUdIOΛYЄI

ΤΟΝΓΑΜΟΝK̸ΜΝΗCΤIΑΝΑΤΟΠΟΝΓΑΡΤΟΝ..

ΜΟΝdIΗΝЄΓΚΟΥCΤΗCΟΜΟΝΟIΑCdЄΟΜ...

ΤΗCΡΟЄΝΑCK̸ΜΗdIΑΘЄCICYΝICΤΑCΘΑI

ΟЄΠЄΡ̆ΘICΗK̸ЄΠЄΡѠΤΗΘICΑΡΟЄΝΑΝЄΑΝ..

ΑΛYCΗΤΟΝ.ΑΜΟΝΟΥΚΑΤЄΧЄΤΑIЄIΜΗЄѠC

ΜЄΤΡΟΥΤ.CΟΒΜΟΡΤĒΟCΟΝΗdYΝΑΤΟΠΑΡ.

K̆ЄΧINΟΑΝΗΡdIΑΤΗCΜΟΡΠΑIdѠΝ.....

ΑΝdΡ.ΑΠΑIΤIΝΑΠΟΤΗCЄΠIΤѠΠΡΟCΤI...

ΠЄΡ̆ЄC..ΟΝΗdYΝΑΤΟΚIΝIΝK̆.ΤΟΥΤΟ...

— quilibet licentiam habeat matrimonium vel sponsalia dissolvere. absurdum enim est matrimonium, quod perpetua concordia indiget, poena, non consensu consistere.

Qui quaeve poenam stipulata est si matrimonium dissolver

---

[a]) Dieses Blatt scheint zu Anfang nicht recht lesbar gewesen zu sein, auch ist die Schrift des Herrn Bernardakis hier etwas flüchtiger. — Ich verzichte auf Wiederherstellung der ersten 5 Zeilen und bemerke einstweilen nur Folgendes: In Z. 3 liest Dareste τῶν responson, in Z. 4 S. — Ulpianus ἐν τῷ κεφ. λε'. Hält man Ulpianus für richtig, so würde man weiter lesen können καὶ βι.

7 (XI).

.ΝΑΑΛΛΑ . . . . . .

ΜЄΝΤΟIΒΟLUΜΡΤΑΡIΑ.YdЄC. . . . . .

ΡΖЄΤΑIЄIΜΗΑΡΑЄΛΟIΤΟΗΓYΝΗЄΧINΑYΤ..

6.

— — — — —[a])

..... ἐχέτω[b]) πᾶς ἐξουσίαν repudio λύει[ν]
τὸν γάμον καὶ μνηστείαν. ἄτοπον γὰρ τὸν [γά]-
μον διηνεκοῦς τῆς ὁμονοίας δεόμενον [διὰ]
τῆς poenas καὶ μὴ διαθέσει συνίστασθαι: —
ὁ[c]) ἐπερωτηθεὶς ἢ καὶ ἐπερωτηθεῖσα poenam ἐὰν [δι]-
αλύσῃ τὸν [γ]άμον οὐ κατέχεται εἰ μὴ ἕως [τοῦ]
μέτρου τ[ῆ]ς ob mortem[d]) ὅσον ἠδύνατο παρ[α]-
κατέχειν ὁ ἀνὴρ διὰ τῆς mores παίδων, [ἢ ἡ γυνὴ]
ἀνδρ[α] ἀπαιτεῖν ἀπὸ τῆς ἐπὶ τῷ προστί[μῳ ἐ]-
περώτησεω[ς ὅσ]ον ἠδύνατο κινεῖν κατὰ του .....

obligatur nisi usque ad quantitatem ob mores quantam vir ob res liberorum retinere potuit, vel mulier a viro exigere actione stipulatione de poena interposita ....

---

disputationon αὐτοῦ τι'. | de sponsalib. Indessen Ulpianus ist hl nicht richtig: ich möchte eher auf Fulcinii oder Atilicini ra-. Die lateinischen Worte in Z. 5 zu Ende und Z. 6 zu Anfang d Anfangsworte der citirten Texte (τῶν ῥητῶν). [b]) Vgl. l. 134 D. de verb. obl. 45, 1. [c]) Vgl. l. 19 D. eod. [d]) Sollte hl heissen ob mores.

7.

[a]). να ἀλλα . . . . . [τὰ][b])
μέντοι voluptaria [ο]ὐδὲ ἀ[παιτεῖ οὐδὲ λο]-
γίζεται εἰ μὴ ἆρα ἔλοιτο ἡ γυνὴ, ἔχειν αὐτ[ὰ εἰ]

dεΟΥΒΟΥλεΤΑΙεΧΙΝΑΥΤΑΗΓΥΝΗdΙ . . . . .
ΑΝdΡΙΠΑΡΡΗCΙΑΤΟΥΑΦελεCΘΑΙΑΥΤΑΜΗΒ .
λ . ΟΝΤΙΤΗΝΑΡΧΑΙΑΝΟ . ΙΝ : —
ΟΒdΟΝΑΤΙΟΝεS : ΜΗΙCΧΤεΤωΡΑCΤΟΝΑΝεΡΟ
ΤΗΝΟΒ̣ΡdΟΝΑΤΑSΟΒΙΝCεΝSΑSΟΒ̣ΡΑ . .
ΤΑSΡεΤεΝΤΙΟΝΑ : —
SᾹΒΑΡΒΙΤεΡΡῩΕΝΤωΠΑΡΟΝΤΙΙεΚεΦ^α^dΙ . .
ΚΙΤΟΥCdΥΝΑΜ^ι^ΚΙΝΙΝΤΗΝΡ̄Υ : —
ΜΟΡΑ : CΗ̄ΜΟΤΙΜΟΡΑCΓεΝΟΜ^ι^εΠΙΤΗCΑdΥ
ΤΙCΙΑCΠΡΟΙΚΟΟΟΠΑΤΗΡεΧΙΤΗΝΡ̄ΥΜΑ . ε .
ΤελεΥΤΗCΑCΗCΤΗCΚΟΡΗCΟΠΑΤΗΡεΧΙΤΗΝ

— voluptarias nec exigit nec reputat, nisi mulier habere e
voluerit. sin eas habere mulier nolit, viro licentia datur eas t
lendi, dummodo non laedat priorem speciem.

ob donationes. Non valet pactum quo tollitur ob res donat
ob impensas, ob mores, ob res amotas retentio.

---

[a]) Bernardakis bemerkt, dieser Papyrus sei ὁ καθαρώτατος τ
των. [b]) Dieser Index scheint zu l. 9 D. de impensis (aus U
lib. 36 ad Sab.) zu gehören. [c]) Diese Worte finden sich zu
in l. 7 § 5 D. soluto; hier aber wird die Stelle als aus Ulp. lib.
ad Sab. entnommen bezeichnet, ist also wohl nicht diejenige.
welcher obige Anmerkung geschrieben ist, und zwar um so we

8 (VII).

ΚΑΝΟΝΑΓεΝΙΚΟΝΤΙεCΤΙΝΝεCεSSΑΡΙΑdΑ
ΠΑΝ . Μ : —
. εCεSSΑΡΙΑεCΤΙΝdΑΠΑΝΗΜ̄ωΝΜΗΓΙΝΟ
ΜεΝωΝΚΑΤεdΙΚΑΖεΤΟΟΑΝΗΡεΝΑΓΟΜΤΗ
Ρ̄Υ : —
ΝΟSϚεΝεΡΑLΙΤεΡ : ΟΡΑCΠωCΚῩL̄ΡΚΑΝΟΝ .
. ΠΜΙΝΟCΑdΑΠΑΝΗΜ̄ΠεΠΟΙΗΚεΝΟΑΝΗΡ
. ΡΟCΚΓΑΤωΝΚΑΡΠωΝεΝεΚεΝΤΑΥΤΑΤΟΪ

δὲ σὺ βούλεται ἔχειν αὐτὰ ἡ γυνή, δί[δοται τῷ]
ἀνδρὶ παῤῥησία τοῦ ἀφελέσθαι αὐτὰ μὴ β[λά]-
π[τ]οντι τὴν ἀρχαίαν ὅ[ψ]ιν: —
ob donationes[c]). μὴ ἰσχυέτω pactov ἀναιρού[ν]
τὴν ob res donatas, ob impensas, ob [mores ob][d]) res a[mo]-
tas retentiova.
Sab. *arbiter rei uxoriae.* ἐν τῷ παρόντι ιε′ κεφ. δι[δάσ]-
κει τοὺς δυναμένους κινεῖν τὴν rei uxoriae.
mora. σημ. ὅτι moras γενομένης ἐπὶ τῆς adven-[c])
ticias προικὸς ὁ πατὴρ ἔχει τὴν rei uxoriae. μά[θ]ε.
τελευτησάσης τῆς κόρης ὁ πατὴρ ἔχει τὴν

Sab. *arbiter rei uxoriae.* In praesente cap. 15 exponit qui post experiri rei uxoriae actione.
mora. Nota, mora intercedente ob adventiciam dotem pater rei uxoriae. Disce: mortua filia pater habet

---

, als die Anmerkung dort kaum passen würde. — Sachlich dasbe steht l. 5 D. de pactis dotal. [d]) Die Kürze der Z. 8 eint anzudeuten, dass hier etwas übersehen oder ausgelassen ist: habe daher ob mores supplirt. [c]) Die letzten Buchstaben dU d von Bernardakis als unsicher bezeichnet. Vielleicht stand ausschrieben *adven.*

8.

κανόνα γενικὸν, τί ἐστιν necessaria δα-
παν[ή]ματα: —
[N]ecessaria ἐστιν δαπανήματα ὧν μὴ γινο-
μένων κατεδικάζετο ὁ ἀνὴρ ἐναγόμενος τῇ
rei uxoriae: —
Nos generaliter[a]). ὁρᾷς πῶς καὶ Ulp. κανον[ί]-
[ζει] ἡμῖν, ὅσα δαπανήματα πεποίηκεν ὁ ἀνὴρ
[π]ρὸσκαιρα τῶν καρπῶν ἕνεκεν, ταῦτα τοῖς

.ΑΡΠΟ.CΛΡΕΝSΑΤΕΥΕΤΑΙΟΥΜΗΝΠΟΙΕΙΧ
ΤΡΕΤ̄ΑΝΤΩΝΙΩΑd.dΙΑΝΑΓΚΗΗ⋊ΕΠΙ...
.ΟΛΥ....ΠΑΡΕΧΙΤΗΝΧΡΙΑΝΟΙΟΝΜΩΛΟ.
ΑΡΤΟΚΟΠΙΟΝΗΤΟΦΥΤΕΥCΑΙΤΑΥΤΑΝΕCΕS
..ΡΙΑΕCΤΙ⋊ΜΙΟΙΤΗΝΠΡΟΙΚΑΤΟΥΤΟΦ⋊
ΟΡΑῩLΟ̄Ζ̄ΤΩΝΑdSᾹΒΑΥΤΟΥΤ́Λ̄Ε̄:—
.ΒΙΝ̄S̄CΟΡΡΟΡΑΙΤΟ.ΑΙΤΑΝΕCΕSSΑΡΙΑdΑΠΑ
Κ̄Ᾱ[c]) ΝΗΜ̄

regulam generalem, quae sint necessariae impensae.

Necessariae impensae sunt quibus non factis condemnaretur maritus rei uxoriae actione conventus.

Nos generaliter. Viden' quomodo etiam Ulp. regulam nobis pe-nat? quas impensas ad praesens vir fructuum causa fecerit, cum

---

[a]) Diese Worte aus Ulp. lib. 36 ad Sab. finden sich in l. § 1 D. de impensis. [b]) Ebenso stehen diese Worte aus Ulp.

9 (V)

ϹΡΑΥΙΟΡΙΟΑΝΗΡΒΑΡΥΤΙΠΛΗΜΜΕΛΗCΑCΟΙ..

Graviori. Maritus qui aliquid gravius deliquit ...

10 (X bis).

ΘΕ.ΙΤΙΚ[a])ΟΙΝΗΡΥdΙdΟΜ́ΡC̄ῩΡΑΜΟ.ΤΕ..
dΙ...ΑΥΤΩΜ̄dΑΙΟΝΤΟΥΤΕΠΑΤΡΟC⋊ΤΗ.
ΘΥΓΑΤΡΟCΜΑΛΛΟΝdΕΟΜΕΝΠΑΤΗΡΕΝ...
ΛΕCΘΩΜΟΝΟCΗdΕΚΟΡΗCΥΝΕΝΙΤΩ:—
SᾹΒΕ.ΟSΑΕΝΤΩΠΑΡΟΝΤΙῙϚ̄ΚΕ̄ΦdΙdΑCΚΙΤΙ
ΝΙΚΙΝdΥΝΕΥΕΤΑΙΤΑΕΠΙΤΗΠΡΟΙΚΙCΥΜΒΕ
ΝΟΝΤΑ:—

[κ]αρπο[ῖ]ς compensatεύσται, οὐ μὴν ποιεῖ
[τὴ]ν retentiona, ὅσα δ[ὲ] διηνεκῆ ἢ καὶ ἐπὶ [παι]-
[ρ]ὸν π[ολὺν] παρέχει τὴν χρείαν, οἷον μῶλος
ἀρτοκοπεῖον ἢ τὸ φυτεῦσαι, ταῦτα neces-
[sa]ria ἐστι, καὶ μειοῖ τὴν προῖκα. τοῦτό φησι καὶ
ὁ Paul. βι. ζ' τῶν ad Sab. αὐτοῦ τί. λε': —
[U]bi non sunt corpora[b]): τότε τὰ necessaria δαπα-
νήματα

fructibus compensantur, quae vero perpetuae sunt et in multum tempus utilitatem praebent, veluti moles, pistrina vel plantatio, hae necessariae sunt et dotem minuunt. hoc dicit etiam Paul. lib. VII ad Sab. tit. 35: —

Ubi non sunt corpora: tunc necessariae impensae.

---

lib. 36 ad Sab. in l. 5 pr. D. eod. [c]) Bezeichnung der Quaternionenzahl. Deshalb liegt hier wohl eine pagina versa vor.

9.

Graviori. Ὁ ἀνὴρ βαρύ τι πλημμελήσας οι..

10.

..... rei uxoriae διδόμενον procuratorem ὦ[σ]τε [δι]-
δό[σθω] αὐτῷ mandatov τοῦ τε πατρὸς καὶ τῆ[ς]
θυγατρός· μᾶλλον δὲ ὁ μὲν πατὴρ ἐν[τελ]-
λέσθω μόνος, ἡ δὲ κόρη συναινείτω[b]): —
Sab. .... ἐν τῷ παρόντι ις' κεφ. διδάσκει τί[c])-
νι κινδυνεύεται τὰ ἐπὶ τῇ προικὶ συμβαί-
νοντα: —

ЄΠΙΠΑϹΗΟΙΑdΗΠΟΤЄΠΡΟΙΚΙdΟ.ΟΝ⋊ϹΥ.ΡΑ.
ΧΡ.ѠϹΤΙΟΑΝΗΡΜ̊ϕ⋊ΟΡᾹΥLΒΗΤѠΝ.ΡЄῩ...
ΑΥ.ΟΥΠΡΟΒϕΤΟΥΤЄΛΟΥΟΤΟΥΒѠϹΟΡΟΙΒ̄ЄΤ
...ΧѠΝΤΟΥdЄLΙΥЄΡΙSΑdϹΝΟSϹЄΝd.ΤΟΥΤѠ

— ad rei uxoriae actionem datum procuratorem: itaque det ei mandatum patris et filiae: vel potius pater mandet solus, fil autem consentiat.

---

[a]) Das K bezeichnet Bernardakis als unsicher. [b]) Vgl. L pr. D. de procuratorib. [c]) Bernardakis bemerkt: *διὰ μικροτέρ γραμμάτων ὡς καὶ κατωτέρω ἐν τέλει.* [d]) Bernardakis hat das klei *ο* über M nicht erkannt und die Sigle *μ̊* für *ὁμοίως* nicht gekann

11 (III).

....ΙΑΝЄΛΑ.ΝΟΝ.....
....ЄΠΙΤΟΥΠΑΤΡΟϹЄΠЄΡѠΤΗΘЄΝΤΟϹΠΡΟΙ.
...ΑΛΙϹΘΟΤΑΙΜΗΑΠΑΙΤΗϹΑϹΑΥΤΟΝΟΑΝΗΡЄ
ΚΑΛ..ΤΑΙΟΤΑΙΑdῩΤΙϹΙΑЄΙΗΗΠΡΟΙΞ⋊ΟΠΑΤΗΡ
ϘΠΑΡЄΠΙdΙdΟΥϹΑΙϹΘΟΤΑΙΠΟΙЄΙΤΗΝΠΡΟΙΚΑ
ΑdῩΤΙϹΙΑΝ.ϹΗ̄ΜΟΤΙΚΑΙΟΠΑΤΗΡΠΟΙЄΙΑdῩϹ.
ΤΙϹΙΑΝΠΡΟΙΚΑ:—
dΙЄΛΘΑΙΤΟΙΖ̄⋊ΙΗ̄ΚЄϕ^{α}ΠΑΝΤΑΓΑΡΤΑЄΝΑΤ..
ЄΙΠΟΝΑΝѠΒ́Λ̄Є́Τ́Β̄⋊Γ̄ΟΜΟΙѠ.⋊ΟΡΑΥLΒ́Ϛ
Ζ̄ΤѠΝΑd.ΑΒ́ΤΛΙЄΚΙΠΛΑΤЄѠϹϕΠЄΡΙΤΗϹ
ΑΜΒΛѠϹΑϹΗϹΓΥΝΑΙΚΟϹΟΤΙΗΑΚΟΝΤΟϹ
ΤΟΥΑΝdΡΟϹΑΜΒΛѠϹΑϹΑΖΗΜΙΟΥΤΑΙЄΚΤΗ
ΤΗϹΠΡΟΙΚΟϹѠϹΤЄΚΟΥϹΑΟΠЄΡ⋊ѠdЄϕΗϹ.

— si pater dotem promiserit: sed nonnumquam maritus, q eum non interpellavit, culpatur, si dos adventicia sit: nam pat quoque quum dotem dat nonnunquam eam adventiciam facit. Not quod etiam pater adventiciam dotem facit.

ἐπὶ πάσῃ οἱαδήποτε προικὶ do[l]ον καὶ cu[l]pa[m]
χρ[ε]ωστεῖ ὁ ἀνήρ. ὁμοίως[d]) φησὶ καὶ ὁ Paul. βι. η′ τῶν respons[on][e])
αὐ[τ]οῦ πρὸ β′ φύλλων τοῦ τέλους τοῦ βι. .....[f])
..... de liberis adgnoscend[i]s οὕτως

Sab. .... In praesente cap. 16 docet cuius periculo sint quae circa dotem contingunt.

In quavis dote dolum et culpam praestat maritus. similiter loquitur Paul. lib. VIII responsorum duobus foliis ante finem. — —

---

er bemerkt daher zu dem o „ἄγνωστον ἂν τ ἢ ἄλλο.“ [e]) Es ist wohl die Stelle gemeint, die in l. 72 § 1 D. de iure dotium erhalten ist. [f]) Die letzten Buchstaben von Z. 10 (ϵT) werden von Bernardakis als unsicher bezeichnet. Liegt hier eine Anmerkung zu einem Titel de liberis adgnosc. vor, so gehört wohl das Fragment hinter fr. 13 und vor fr. 14; wenigstens hat der Titel in den Digesten seine Stelle am Schluss des Eherechts und vor den Büchern de tutelis.

11.

—

... ἐπὶ τοῦ πατρὸς ἐπερωτηθέντος προῖ[κα]·
[ἀλλ]ὰ ἐσθότε μὴ ἀπαιτήσας αὐτὸν ὁ ἀνὴρ ἐ[γ]-
καλ[εῖ]ται ὅτε adventicia εἴη ἡ προίξ· καὶ ὁ πατὴρ
γὰρ ἐπιδιδοὺς ἐσθότε ποιεῖ τὴν προῖκα
adventicia[v]. σημ. ὅτι καὶ ὁ πατὴρ ποιεῖ adve[n]-
ticia[v] προῖκα: —
διέλθε τὸ ις′ καὶ ιη′ κεφ. πάντα γὰρ τὰ ἐν α[ὐ]τ[οῖς]
εἶπον ἄνω βι. λε′ τί. β. καὶ γ′. ὁμοίως καὶ ὁ Paul. βι.
ζ′ τῶν ad [S]ab. τί. λγ′. ἐκεῖ πλατέως φησὶ περὶ τῆς
ἀμβλωτάσης γυναικὸς, ὅτι ἡ ἄκοντος
τοῦ ἀνδρὸς ἀμβλώσασα ζημιοῦται ἕκτῃ
τῆς προικὸς ὡς τεκοῦσα, ὅπερ καὶ ὧδέ φησ[ι]

Praetereas cap. 17 et 18. cuncta enim in iis tractata supra dixi lib. 35 tit. 2 et 3. similiter etiam Paul. lib. VII ad Sab. tit. 33. ibi late disserit de muliere aborsa, quod invito marito abortum faciens sexta dotis mulctatur quasi pepererit, quod etiam hic dicit.

12 (IV).

. . . . . ЄΚΠΟΙΗΤΟ . . . . .
. . . . . ΙΥLΙΟЄΙ . . . . . .
. . . . . ΤRΙΟΥΤΑRΙΟΙѠCЄΝΤѠ . . . . . .
. . . . . ЄCΤΙΝdЄdΟΤΑЄΗϚ̄ ⳨ ZΑΚ ⳨ Α. Β́ ⳨ . .
. . . . ΤΦdΙΑΤ̄ΤΟΠΛЄΟΝΜΑΘЄΚΑΝΙdΙΚѠ .
. . ΡΗЄΝΤѠΠΡΟΙΚѠѠΜΗЄΞΙΝΑΙΤѠΑΝdΡ .
. ΝЄΧΥΡΑΖΙΝΤΑЄΠΑΡΧΙΑΚΑΚΤΗΜ̄ ⳨ ΟΥΤ .
. ΥΝЄCΤΗΚЄΝΤ . . . . . ΤΟΘ . ⁂ . ΗЄΝ . .
ΜѠΓЄΝΟΜ̄Κ̄ΤΟΥΑΝdΡΟCѠCΒ́ЄΤΟΥΟR . . . .
ΤΠΑΡΑΤЄΛЄΥΤѠΗΤ . ΤΟΥ+ΦCᾹΒCΗ̄ΜΤΟΥ . .
⳨ ΜΗCΥΝΑΡΠΑΓΗCΑΠΟΤΗCdΙΑΤ̄ΤΟΥd . . . .
ΙΡΙΪΜ̄ΤΟ . . RЄ̄CΚ̄ΗΤΗCЄΝΤѠΙΑΒΤΟΥϹ . ЄϹ
ΤΙΑΙΒΤΟΥ+ : —
ЄΧΡЄCΥΝΙΑdΟΤΑLΙΤΟΑΠΟΠΡΟΙΚΙΜЄѠ . . . . .
ΧCΑΓΟΡΑΖΟΜ̄ΠΡΑΓΜΑΥΠΟΚΙΤΑΙΤΗΓΥΝΑΙΚΙ
CΗ̄ΜΤΟdΟΤΑLΙΤΟΥΤΟΦ ⳨ ΟΜΑR̄CЄΝΤΗΥΠΟ

— tributarii, ut in tit. ... qui est de dote .. 6 et 7 et in lib. .... const. dicit. Amplius disce: licet specialiter in instrumento dotali sit scriptum, non licere marito pignerare provincialia praedia, etiam sic consistit eorum hypotheca durante matrimonio facta adversus virum, ut lib. V Greg. Cod. tit. penultimo const. ..

---

[a]) Dareste liest: τοῦ D[iv]i pii. Allein schon nach der Zahl der fehlenden Buchstaben ist mir diese Lesung wenig wahrscheinlich: auch würde der Grieche wohl eher τοῦ θείου Piu geschrieben haben. — Nach den Notizen von Bernardakis ist in Z. 12 zu Anfang nur das Ρ sicher: das Ι vor und hinter Ρ unsicher: das folgende Ϊ kommt ebenso räthselhaft vor in fr. 8 Z. 8 und in fr. 14 Z. 7.

12.

. . . . . tributarioι, ὡς ἐν τῷ̃ . . . . . .
[τί . . . . . ὅς] ἐστιν de dote ἡ ς′ καὶ ζ′ . . καὶ ἐ[ν] βι. . . .
. . . . . φησὶ διάτ. τὸ πλέον μάθε· κἂν ἰδικῶ̃[ς]
[γρα]φῇ ἐν τῷ̃ προικῴῳ μὴ ἐξεῖναι τῷ̃ ἀνδρ[ὶ]
[ἐ]νεχυράζειν τὰ ἐπαρχιακὰ κτήματα καὶ οὔτ[ω]
[σ]υνέστηκεν ἡ [αὐτῶν ὑ]ποθ[ήκη] ἡ ἐν [γα̃]-
μῳ γενομένη κατὰ τοῦ ἀνδρὸς, ὡς βι. ε′ τοῦ Gr[eg. κώδ.]
τί. παρατελεύτῳ ἡ . . τοῦ τί. φησί. Sab. σημ. τοῦτο
καὶ μὴ συναρπαγῇς ἀπὸ τῆς διατ. τοῦ . . . .
. . . .[a]) μετὰ τὸ[ν G]reg. κώδ. ἢ τῆς ἐν τῷ̃ ια′ βι. τοῦ G[r]eg.
τί. ια′ ιβ′ τοῦ τί: —
ex pecunia dotali[b]). τὸ ἀπὸ προικιμαία[ς οὐσί]-
ας ἀγοραζόμενον πρᾶγμα ὑπόκειται τῇ γυναικί.
σημ. τὸ dotali. τοῦτό φησι καὶ ὁ Marc. ἐν τῇ ὑπο-[c])

uli dicit. Sab. Notes hoc, nec turberis constitutione . . . . . est Greg. Cod. vel in lib. XI Greg. tit. 11 const. 12 tituli: —
ex pecunia dotali. Quae res pecunia dotali emta est mulieri ligata est. Nota illud dotali. Hoc dicit etiam Marc. in hypo-hecaria

---

a) τοῦ d[e man]||cipi τί? oder τοῦ d[e man]cipiis? b) Möglich dass diese Worte aus derjenigen Stelle von Ulpianus lib. 36 ad Sab. genommen sind, von welcher l. 27 D. de iure dotium ein (von Tribonian abgeändertes) Stück giebt. c) Es ist des Marcianus ὑποθηκαρίας μονόβιβλον gemeint.

13 (IX bis).

S.UNSTIR̄Iϗ ΕΠΙΤΗϹΕΧΑΤΙΡΠΡΟΙΚΟϹΚΕ.
ΤΑΙΟΑΝΗΡΕΙϹΟ..LUdU..ΟΚΕΝ
⊥ Ϲ ĀΒΙΑΒΟΙ...ΟdBBdIFFΟΝΑΥ·ΤΟΥΤϚΑ..
..ΦΕΡΙΡΙUdΙΑΤ[α]ΛΕΓΟΥϹΑΝΜΗΜΟΝΟΝΕ.....
ΚΟϹΑΛΛΑϗΕΠΙΠΑΝΤΟϹϹΥΝΑΛΛΑΓΜΤ..Τ..
ϹΘΑΤΤΟΝΑΝdΡΑϗΕΙϹΟϹΟΝΕΧΙΚ[τ]dΙΚΑΖΕ...
. . . .
. . . .
. . . .
. . . .
......ΤΗϹΕΡΑϹΤΕΥϹΕΝΠΡΟϹΤΟΝΧΡΕ..
ΤΗΝ.....ΤΟϹΟΥΤΟΝΑΥΤΟΝΑΠΑΙΤΙΝ..
ΤΟΝΟϹΟΝdΥΝΑΤΑΙΚ[τ]ΒΑΛΛΙΝΙϹΧΥΡΟΝΤΟ
ΡΑϹΤΟΝ:—
ϗΟΠΑΤΗΡϗΟ..ΤΡΩΝΤΕΤΩΤ.ΤΑϹΟΝ....
ϹΙΝΜΟΝΟΝΟΥΚΕΙϹΤΟΠ............
ΝΟϹ

— etiam si dos aestimata sit maritus in quantum facere p[illegible] est tenetur: — Pulchrum! SAB. .... Mod. lib. II differentiar[illegible] tit. 6 refert Pii const. quae dicit, non solum de dote sed ex q[illegible] libet contractu maritum conveniri et in quantum habet conde[illegible] nari. — — — —

---

[a]) *in dote?* [b]) Die hier citirte Stelle steht Dig. 42, 1, [illegible] [c]) Zu diesen vier Zeilen bemerkt Bernardakis: *ὀλίγα μόνον γ[illegible]* *ἐν ἑκάστῳ.* [d]) Dies steht l. 49 D. de pactis aus Ulp. lib. 36 [illegible] Sabin. [e]) Vgl. D. 24, 3, 15. 16. 42, 1, 16. 17. [f]) Bernardak[illegible]

13.

. aestimat. καὶ ἐπὶ τῆς αἐστιμάτης προικὸς κατέ[χε]-
ται ὁ ἀνὴρ εἰς q[u]antu[m f]acer[e potest].
ὡραῖον. SAB. ....[a]) [ὁ M]od. *βι. β′* differention αὐτοῦ τί. *ϛ′*[b]) ἀ[να]-
φέρει Pin διάτ. λέγουσαν μὴ μόνον ἐ[πὶ προι]-
5 κὸς ἀλλὰ καὶ ἐπὶ παντὸς συναλλάγματος [ἐνάγε]-
σθαι τὸν ἄνδρα καὶ εἰς ὅσον ἔχει καταδικάζε[σθαι]
. . . .
. . . .
. . . .
10 . . . .[c])
[δανεισ]τὴς[d]) **ẹpact**ευσεν πρὸς τὸν χρε[ώσ]-
την [αὐτοῦ] τοσοῦτον αὐτὸν ἀπαιτεῖν [μό]-
νον ὅσον δύναται καταβάλλειν· ἰσχυρὸν τὸ
pacton.
15 καὶ[e]) ὁ πατὴρ καὶ ὁ [πά]τρων κατέχοντ[α]ι εἰς ὅσον [ἔχου]-
σιν μόνον, οὐκ εἰς τὸ π[ᾶν]
. . . .[f])

Creditor cum debitore pactus est, ut quatenus solvere possit quatenus tantum exigat: valet pactum.

Etiam parens et patronus tenentur quatenus habent dumtaxat, non in solidum

---

[b] Bemerkt noch: ἐπὶ τοῦ περιθερίου ἀριστερόθεν ὑπάρχει μικρά τις σημείωσις διὰ μικροτέρων γραμμάτων, ἀλλ' ἀφανής. Mithin liegt hier wohl eine pagina versa vor.

14 (II).

ЄΙΠЄΝЄΝΤⲰⲇЄΤUΤЄLΙSⲁΥΤΟΥⲁΒⲰCΟ..
ΠΟΥΤΙCΤΟΥΟΙΚΙΟΥⲁⲇЄλϕΟΥⲁΠΟΓⲣⲁϕ.
ΤΟCЄΙCΤⲁCLⲁΤΙΝⲁSCΟLΟΝΙⲁSЄΠΙΤⲣΟ
ЄΙⲁΝΗΒΟΥΟΝΤΟCΠⲁⲣЄλЄⲁΙЄⲰCΤΟΥ..
λΟΥCΤΟΥΚ.ϕ̊.ΤΟⲇ̄ ꝁЄ̄ΚЄϕ̊ЄΥⲣΗCΙC...
ΤΟΥΤΟЄΝΤⲰЄ̄ΚЄϕⲰCΜ̄ⲣЄΠΗⲁΠΟΤΟ....
ΝЄΤ.CΟ9ⲁFURΙΟSΟΪΟΤΙΟΠⲁⲣⲁΜЄΝ..
ⲁΓΟⲣⲁCⲁCⲇΥΝⲁΤⲁΙŪCSⲁ.ΠⲁⲣЄλΘⲁΙΝ̄
ЄΠΗЄⲰCΤΟ.
ЄΤϥⲇC'ꝑUЄΝΙΤΟΥΚⲁλλⲰCΓΙΝЄΤⲁΙⲇЄ.
Π̊CⲁΓΟⲣⲁCΤΗC . .

dixit lib. I de tutelis, veluti sicubi quis tutelam gerat frat impuberis in latinas colonias descripti. praetereas usque ad fine cap. et cap. 4 et 5. invenies autem hoc in cap. 5 quasi post M verba a fine.

---

*) Dareste denkt an des Gaius „libri quos ex Quinto Muc fecit“ (Gai. I, 188), indem er voraussetzt, dass diese libri den Tit de tutelis gehabt hätten. — Das ⲁΒ könnte vielleicht auch ...

15 (XIV bis).

. . . .
. . . .
. . . .
. . . .
Ν̄LⲁΤΙΝUSЄLЄϚЄⲁΤΙLΙⲁΤUΤΟRⲇⲁRΙΝⲣ..
ΟΤΙLⲁΤΙΝΟCΟΥⲇΙⲇΟΤⲁΙⲁΤΙLΙⲁΝΟCЄΠ..
ЄΝΤⲰΤЄλΙΤΟΥЄΞΗCλ̄Η̄ΒΤΟΥΤΟCΟΙЄⲇ....
ΟΚΙΝϥ'SΙΤΙΟΝⲁⲇΟΘΙCЄΠΙΤꝑΚⲁΝΠ.ΘΗ...
ΟΝⲁΜЄΝΙЄΠΙΤⲣ̊·/.ΠⲁⲣЄλΘⲁΙΙЄΠΙЄⲰC...

14.

εἶπεν ἐν τῷ̃ de tutelis αὐτοῦ α′ βι.[a]) ὡσὰ[ν εἴ]
που τὶς τοῦ οἰκείου ἀδελφοῦ ἀπογρ̣αφ[έν]-
τος εἰς τὰς latinas colonias ἐπιτροπε[ύ]-
ει ἀνήβου ὄντος. πάρελθε ἕως τοῦ [τε]-
λους τοῦ κ[ε]φ. [καὶ] τὸ δ′ καὶ ε′ κεφ. εὑρήσεις [δὲ]
τοῦτο ἐν τῷ̃ ε′ κεφ. ὡς μετὰ ρ′ ἔπη ἀπὸ τε[λους]
nam et .... a furioso. ὅτι ὁ παρὰ μαιν[ομένου]
ἀγορά̣σας δύναται usucapere[b]). SAB. πάρελθε ν′
ἔπη ἕως το[ῦ]
et quidem cum res venit. οὐκ ἄλλως γίνεται δε[σ]-
πότης ὁ ἀγορ̣αστὴς.

Nam et .... a furioso. qui a furioso emit usucapere potest. a. praetereas L verba usque ad haec:
et quidem cum res venit. non aliter dominus fit emtor.

---

[a]) Βλ. gelesen werden. [b]) Vgl. l. 13 § 1 D. de usurp. 41, 3 und l. 2 § 16 D. pro emtore 41, 4.

15.

- - - -[a])

a nam *latinus e lege Atilia tutor dari non potest.* [σημ.]
ὅτι latinos οὐ δίδοται Atilianos ἐπίτροπος[b]).
ἐν τῷ̃ τέλει τοῦ ἑξῆς λη′ βι. τοῦτό σοι ἐδ[ίδαξα].
ὁ κατὰ inquisitiona δοθεὶς ἐπίτροπος κἂν π[ά]θῃ [capitis minuti]-[c])
ona μένει ἐπίτροπος. πάρελθε ι′ ἔπη ἕως [τοῦ]

10 .LIICq̄q̄MOdIS:HΔIXMΔΛωCIΔTωNEπI..
HKTωNEπITPOπEYOMENωNΛYEITHNEπI
TPOπHNOMOIωCdEKOπPOCKPωCdOθIC
ZTrω

nam latinus e lege Atilia tutor dari non potest. Nota quod la tinus non datur tutor Atilianus. In fine sequentis lib. 38 hoc d docui.

---

a) Bernardakis bemerkt: ὑπάρχουν ὕπερθεν 4 στίχοι μὲ ἴσα γράμματα. b) Vgl. Ulp. XI, 16. Gai. I, 23. c) Ich nehme an dass capitis minutio mit den bekannten Abkürzungen geschrieben war. Vgl. l. 5 § 5 D. de legit. tutor. d) Diese Worte stehen i

16 (X).

INTUTE.....BENTωπΔ.....
..rETΔIπEpITMTΔpIONEπITPOTIOdI
...Eπ.ICINEπITPEdOZENdEdωKENΔ.K
.IOpTUMOICTONΔYTONEπITP:—
5 ..dETSΔBTHTωNπΔIdωNπROCHrOpIΔ.
.IErrONOIπEpIEXONTΔIOYKETIdETH
..ωNdIΔTOYTOOdEdωKωCTOICπΔICIN.
..TPEdOZENΔYTONKTOICErrONOICdEdK
KENΔI

In tutelis. SAB. In praesente titulo tractat de testamentarii tutoribus. Qui filiis tutorem dat, etiam postumis eundem tutorem videtur dedisse.

---

a) Vgl. l. 5 D. de test. tutela. b) Vgl. l. 6 eod. c) Bernar

[a]*liis quoque modis*[d]). *ἡ αἰχμαλωσία τῶν ἐπι[τρόπων]*
ἢ καὶ τῶν ἐπιτροπευομένων λύει τὴν ἐπι-
τροπήν. ὁμοίως δὲ καὶ ὁ προσκαίρως δοθεὶς[e])

Tutor ex inquisitione datus licet capitis deminutionem patiatur tutor manet. Praetereas usque ad haec:

aliis quoque modis. captivitas tutorum vel etiam pupillorum tutelam finit. similiter qui ad tempus datus est

---

l. 14 § 2 D. de tutelis aus Ulp. lib. 37 ad Sab. [e]) Das ΖΤ⌜ω weiss ich nicht zu deuten; Bernardakis bemerkt dazu: *ἴσως* Ζ[ή]Γω. Dareste will lesen Ζήτει *ἄνω*.

16.

In tute[*lis.* Sa]b. *ἐν τῷ πα*[*ρόντι τίτλῳ δια*]-
[*λέ*]*γεται περὶ* testamenta*ρίων ἐπιτρόπων. ὅτι*[a]) *ὁ δι*-
[*δοὺ*]*ς π*[*α*]*ισὶν ἐπίτροπον ἔδοξεν δεδωκέν*α[*ι καὶ*
[*το*]*ῖς* postumo*ις τὸν αὐτὸν ἐπίτροπον.*
[*νι*]*detur.* Sab. *τῇ*[b]) *τῶν παίδων προσηγορίᾳ* [*καὶ*]
[*ο*]*ἱ ἔγγονοι περιέχονται, οὐκέτι δὲ τῇ*
[*υἱ*]*ῶν. διὰ τοῦτο ὁ δεδωκὼς τοῖς παισὶν* [*ἐ*]-
[*πί*]*τροπον ἔδοξεν αὐτὸν καὶ τοῖς ἐγγόνοις δεδω-*[c])
κέναι.

Videtur. Sab. Liberorum appellatione etiam nepotes continentur, non autem filiorum. ideo qui liberis tutorem dat, eum etiam nepotibus dedisse videtur.

---

dakis bemerkt: *τὸ* ω *μικρότερον τῶν ἄλλων.*

17 (XIII).

. . . . . ρ . ΟΥΚΕΕΤΙΝ . . . . . .
. ΠΙΤΡΙ . . . . . LΙΑΝΟSΕΠΙΤΡΟΥΤΑΙΑC.
. ΒΑΙdΥΝΑ . . . ΟΥΤΑΙΙΝΙΥΡΕCΕdΕΥΪ.Ε.
. . . ΡΕΛΘΑΙΚΕΕΠΗΕΩCΤΟΥ :·
. . . . ΤΕLΑΜΕ̄·C̄· . ΟΥΠΕΞΟCΩCΜΗΩΝLΕϹΙS
dΕΚΤΙΚΟCΟΥdΥΝΑΤΑΙ . . . . ΡΕ . Ε dΕΥΕ
ΕΤΕΡΩΤΗΝΕΠΙΤΡΟΠΗΝ ·/. CΑΡΑΧΩC . . . . .
ΟΥΠΕΞ . . ΕΠΙΤΡΟΥ . ΕΤΕΙΤ̄Ω̄ΤΑΥΑΝΕ . . .
ΤΡ : —
. . ϹΙΤΙΜΟCΟΥdΥΝΑΤΑΙLΕϹΙΤΙΜΟΑλλ.
. . . . ΡΕCΕΥΪΤΗΝΕΠΙΤΡΟΥΤΑΡΟΙΟΝΤΑ
. ΥΤΟΝ ϰ LΕϹΙΤΙΜΟΝΕΙΝΑΙ ϰ ΧCΕSSΙ . ΟΝ
. . . . . .
. . . . . .
. . . . . .

— Atilianus tutor neque abdicare potest neque in iure cedere. Praetereas 25 verba usque ad haec:

.. *tutelam* .... Filius familias utpote legis non capax non potest in iure cedere alii tutelam.

---

[a]) Dareste will abdicare lesen. [b]) Das räthselhafte ϊ, welches auch Z. 11 wiederkehrt, vermag ich nicht zu deuten. Vgl. auch fr. 12 Anm. *a*. [c]) Vielleicht οὐκ ἐστὶ. Denn Bernardakis bezeichnet ΕΤ als unsicher, wie denn auch das Folgende offenbar mangel-

18 (XV bis und XVI).

dΙΑΤ̊ΕC . ΙΦΤΩΝΑdΕλΦΩΝλΕΓΟΥCΑΤΩΑΠ . .
ΤΙΜΗΤ . ΙdΙΑΡCῩΡdΙdΟCΘΑΙΕΠΙΤΡ̊ΑΠΕΠΟΙ
ΗΝΟΜΟΥCΗ̄Μ̄ΤΑΥΤΗCΜΕΜΝΗΤΑΙΤΗCdΙΑΤ . . .
Β̄ΦΠΑλΙΝ : —

17.

—

ἐπιτροπ . . . . . [Ati]lianos ἐπίτροπος οὔτε ἀφ[ίστα]-
[σ]θαι[a]) δύνα[ται] οὔτε in iure cedere[b])
[πά]ρελθε κε' ἕπη ἕως τοῦ
.. [tu]telam . . . . ὁ ὑπεξούσιος ὡς μὴ ὢν legis
δικτικὸς οὐ δύναται [in iu]re [c]edere
ἑτέρῳ τὴν ἐπιτροπήν. *l. capax.* ὥσ[τε οὖν]
ὁ ὑπεξούσι[ος] ἐπίτροπον οὐ[κ] αἰτεῖ[c]) τῷ emanc[ipa]-
to: —
[Le]gitimos οὐ δύναται legitimo ἄλλ[ῳ]
[in iu]re cedere τὴν ἐπιτροπήν. οὐ γὰρ οἱόντε
[α]ὐτὸν καὶ legitimon εἶναι καὶ[d]) cessi[ci]on.
[e])— — —

capax. itaque filius familias tutorem non petit emancipato.

Legitimus non potest legitimo alii in iure cedere tutelam. neque enim is et legitimus esse potest et cessicius.

---

haft zu lesen war. [d]) Das X ist ein durchgestrichener Buchstabe. [e]) Bernardakis bemerkt: ὑπάρχουν ἀκόμη τρεῖς στίχοι ἀλλ' ἐσβεσμένοι.

18.

διάτ. ἐσ[τ]ί φησι τῶν ἀδελφῶν λέγουσα τῷ ἀπ[όν]-
τι ἀνήβῳ διὰ procuratoros δίδοσθαι ἐπίτροπον ἀπ' ἔθους
ἢ νόμου. σημ. ταύτης μέμνηται τῆς διατ. [μετὰ]
β' φύλλα πάλιν: —

ΙΝΡΑΝΟΗ.ΥΝΤΟΜΟϹdΙΑΓΝѠϹΙϹ⋊ΕΞΕΠΙΠ..
ϹΟΥΓΙΝ.ΤΑΙѠϹΗΤѠΝΕΠΙΤΡ̊Ρ̊dΙΑΤΟΥΤΟΥ..
ΗΤΟΥΙΝѠϹΑΒΣΕΝΤΙΣdΙdΟΜ̊ΕΠΙΤΡ̊dΙΑΓΓ..
ΥϚΕϨ.....ΑΙdΟΥΓΥΜΝΑΖΕΤΑΙ⋊ΕΝ..
ΠΑѠ.Η̄:—
.ΝΣΥLΑΣΤΗϹΙΤΑLΙΑϹΕΙΝΑΙdΟΚΟΥϹΙΝ⋊Ε.
.ΗϹΟΙΤΗϹΙΤΑLΙΑΣΟΥΚΟΥΝΟΤΗϹ.ΤΑ..
ΑϹΕΞΟΡΙϹΘΙϹΕΙΡ.ΕΤΑΙ⋊ΤѠΝΝΗϹѠΝ..
ΤΗϹ:—
.ΒΙϹΥΜ̄ϤΟΑΝ̊Υ.ΑΤΟϹΟΠΟΥdΗΠΟΤΑΙѠΝ
.Ε̄⋊Ε...ΛΗΕΠΑΡ.ΙΑΗϹΟΥ...ΧΙd...
.....Ѡ̊⋊Ο.ΠΑΤΟϹΟdΕΡ̄ΡΕ.....

constitutio est inquit Fratrum quae dicit absenti pupillo per procuratorem dari tutorem consuetudine vel lege. nota: huius constitutionis post II folia rursus meminit.

in plano. summaria cognitio etiam in plano fit veluti tutorum. propterea cognitio de tutore in locum absentis dando confestim in plano instituitur, si vel non sit praesens.

---

[a]) Es ist vielleicht nur ein Versehen der Abschrift, dass ΡΑΝΟ

19 (XIV).

.....ΡϹᾹΒΠΑΡΑΚΑΤΙѠΝΟ..ΡΕ.....
....ΕΦΤΟΠΛΕΟΝΦΟ..⋊ΟΤΟ.Ο.....
.....ΡΑΤΗΓѠΝdΙdѠϹΙΝΕΠ..ΡΕ.....
...ѠϹΕΙ.ΕΝΑΙΤΑΠΕΡΙΤѠΝϹΟ.Α.....
.....ΙϹΑΡΧΟΥϹΙΝΑΝΑΤΘΕΟd.....
....ΤΗΝΡΚ̄ϹdΙΑΤ̊ΚΛΜ̄Μ̊ΤΟΝΝΕΜ.....
.....ΕΞΕΤΕΡѠΝΕdΙdΑΞΑΠΛΑΤΕѠ....
.....ΠΟΙΕΙΝΟΙΤΟΠΟΤΗΡΟΥΝΤΑΙϹ...

in p[l]ano[a]). ἡ σύντομος διάγνωσις καὶ ἐξ ἐπιπ[έ]-
δου γίν[ε]ται ὡς ἡ τῶν ἐπιτρόπων. διὰ τοῦτο κ[αὶ]
ἡ τοῦ in loc[um] absentis διδομένου ἐπιτρόπου διάγν[ω]-
σις εὐ[θὺς ἐξ ἐπιπ]έδου γυμνάζεται, καὶ εἰ μ[ὴ]
παρε[ί]η: —

[i]nsulas. τῆς Italiας εἶναι δοκοῦσιν καὶ α[i]
[ν]ῆσοι τῆς Italiας. οὐκοῦν ὁ τῆς [I]τα[li]-
ας ἐξορισθεὶς εἴρ[γ]εται καὶ τῶν νήσων [αὐ]-
τῆς: —

[u]bicumque. ὁ ἀνθύ[π]ατος ὁπουδήποτε ὢν
τουτέστι[b]) καὶ ἐ[ν ἄλ]λῃ ἐπαρ[χ]ίᾳ ἧς οὐ[κ ἄρ]χει δ[ιδό]-
[ναι δύνα]ται[c]). οὕ]τω καὶ ὁ [ὕ]πατος. ὁ δὲ praetor ἐ[ν]

insulas. Italiae videntur esse etiam insulae Italiae. proinde qui ab Italia relegatur etiam ab insulis eius arcetur.

ubicumque. proconsul ubicunque sit, i. e. etiam in alia provincia cui non praeest, dare potest. ita etiam consul. praetor autem in...

---

[a]) statt PLANO steht. [b]) Ich lese τε d. i. τουτέστι. [c]) Vgl. l. 2 pr. D. de off. procons.

19.

[vica]r. Sab. παρακατιὼν ὁ [Ul]p. ἐ[ν] ....
.... [κ]εφ. τὸ πλέον φησὶ ὅ[τι] καὶ ὁ το[π]ο[τηρητὴς]
[τῶν στ]ρατηγῶν δίδωσιν ἐπ[ίτ]ρο[πον. εἰ δὲ]
[θέλ]εις εἰ[δ]έναι τὰ περὶ τῶν το[π]ο[τηρούν]-
[των το]ῖς ἄρχουσιν ἀνάγ.[a]) Θεοδ. .....
.... τὴν ρκς' διάτ.[b]) κειμένην μετὰ τὸν .....
.... ἐξ ἑτέρων ἐδιδαξα πλατέω[ς τί δύ]-
[νανται] ποιεῖν οἱ τοποτηροῦντες.

vicar. SAB. Infra Ulp. in cap. . . amplius dicit, etiam vic
rium magistratuum municipalium tutorem dare. quodsi scire vi

---

a) Ein K vor ΘЄOd ist im Original durchstrichen. b) I
ganzen theodosischen Codex enthält nur lib. XII tit. 1 so viel Co
stitutionen: die c. 126 aber handelt dort nicht von Stellvertrete

20 (VI).

UЄNHNI . . . . . .
IUKЄdΔCCONΔpIΔKOOIdIdOΔOINЄKΛ . . .
qIIOdOTIUdYNΔNTΔIЄXCUSΔTIO . . SdO
KIMΔZINKpOTIORΔC: —
. ΛOCTITIUNOMOY+HNTONOpΦΔNONdIЄΔY
TOYΔTNЄTIIT . . . dYNΔTΔIΛΔUNOЄΠITPO
ΠЄYCIMOCЄIIΔIKΔNdYNΔTΔI . OTΔIΔΛΛOC
Δ . . . . . ΔYTωЄTЄpONЄCTINЄΠITOYΔTIΛIΔ

— possunt et excusationes examinare et potiores.
Alius Titiae legis titulus erat pupillum per semet ipsum peter

---

a) In diesem ganzen Fragmente sind die meisten Buchstabe

ue spectant vicarios magistratuum lege Theod. ..... const.
5 .... ex aliis late disserui, quid facere possint vicarii.

στρατηγοί. — Bernardakis bemerkt übrigens, dieser Papyrus
ἐλλιπέστατος.

20.

a)— — — διδόασιν ἑκα . . .
quod ὅτι . δύνανται καὶ excusatio[na]s δο-
κιμάζειν καὶ potioras.
[ἄλ]λος Titiu νόμου τί. ἦν τὸν ὀρφανὸν δι' ἑαυ-
τοῦ α[ἰ]τ[εῖ]ν ἐπίτροπον. [ὅτι] δύναται latino ἐπιτρο-
πεύσιμος εἶναι καὶ ὅτι δύναταί ποτε ἄλλος
α[ἰ]τεῖν αὐτῷ. ἕτερόν ἐστιν ἐπὶ τοῦ Ἀτιλια-

brem. quod latino tutor esse potest et quod aliquando alius ei
ere potest. aliud est in Atiliano.

---

a *Bernardakis* als unsicher bezeichnet.

Chalkis und Histiäa aber, welche Gewichte von 5,75—5 Gr. u
deren Hälften zeigen, sind nach Alexander geprägt.[1])

So lange Athen Silber münzte, d. h. bis auf die Zeit
Augustus, verblieb es bei der Solonischen Währung. Die eub
schen und chalkidischen Städte dagegen gingen mit der
zu anderen Systemen über, die letzteren schon während des V. Ja
hunderts, Euböa erst spät im folgenden.

Massgebend für die Bestimmung der euböischen Drach
sind also nur die Münzen des VI. und V. Jahrhunderts. D
diese mit der sogenannten attischen von 4,36 Gr. Gewicht i
tisch ist, geht, wie bereits angedeutet, mit Bestimmtheit aus
Gewichten aller euböischen Münzen jener Zeit hervor (Beilage

Herr Director Friedländer normirt indessen die euböis
Drachme zu 6,067 Gr.,[2]) eine Ziffer, die wohl in erster Linie
den oben erwähnten, irrig Euböa zugeschriebenen kretisc
Münzen äginäischen Gewichtes hergeleitet ist, und erst in F
dessen auch aus dem Umstande, dass die ältesten Münzen ei
chalkidischer Kolonien in Sicilien jenes vermeintlich euböi
Gewicht ebenfalls zeigen.

Nachdem sich aber, wie ich soeben gezeigt habe, die
dieser Annahmen als eine durchaus irrige herausgestellt ha
geht zugleich für die betreffenden sicilischen Gewichte jeder
sammenhang mit den jetzt sicher gestellten euböischen Drac
verloren, und es muss daher für jene nach einer andern Erklä
gesucht werden. Denn da nachweisbar euböische und attis
Talente und Minen nur verschiedene Benennungen für ein
dasselbe System waren, und die Gewichte der alten Euböermü
auch in Wirklichkeit identisch mit denen der attischen sind, se
nicht einzusehen, warum trotzdem immer noch nach einer von
attischen verschieden normirten euböischen Drachme gesucht w
den soll!

Was das Normalgewicht jener ältesten Prägungen von Rh
gion, Zankle, Naxos und Himera betrifft, so stellt sich d
selbe schwerlich auf 6,067 Gr., sondern viel wahrscheinlicher a

---

[1]) cf. meine „Münzen Akarnaniens" 1878, S. 33—36.

[2]) Das Kön. Münzkabinet, 1877, S. 53.

stens 5,90—5,80 Gr. (Beilage II). Die vereinzelten Stücke, n Gewichte diese Ziffern überschreiten, sind entweder durch d beschwert, oder sonst zu schwer ausgeprägt, wie dies ja t selten, besonders bei sicilischen Tetradrachmen und Di- hmen, — die bisweilen 18 und 9 Gr. erreichen, — der Fall Diese Gewichte von ca. 6—5,50 und 1—0,90 Gr. lassen sich meiner Ansicht am einfachsten dadurch erklären, dass man uf die Dreitheilung des euböisch-sicilischen Tetradrachmons kführt, welch' letzterem jene als Drittel und Achtzehntel llen Fällen genau entsprechen. Den ältesten Dritteln u. s. w. Himera und Naxos hat man freilich noch keine ihnen gleich- e Tetradrachmen gegenüberzustellen, wohl aber denjenigen von gion, Zankle und Messana, und zwar solche bis zum Ge- e von 17,70 Gr., deren Drittel also gerade Stücke von 5,90 Gr. Die fernere Thatsache, dass diese Drittel wiederum mit den hschnittsgewichten der ältesten, meist etwas leicht ausgeprägten mmen äginäischer Währung von Korkyra, Kreta, Elis nderer Inseln und peloponnesischer Städte übereinstimmen, t zugleich auch den Grund der Dreitheilung des euböischen drachmons in Sicilien anzugeben, welcher ohne Zweifel in regen Verkehr der Insel mit jenen Gegenden, und in den hier- gerichteten Massregeln im Münzwesen zu suchen ist.

Eine ganz ähnliche, und das Gesagte gleichsam bestätigende heinung tritt uns im Münzsysteme der euböischen und nthischen Kolonien in der Chalkidike entgegen (Beilage III). ältesten Tetradrachmen der Halbinsel, die stets euböisch- cher Währung sind, stehen nämlich ebenfalls nicht Didrachmen Drachmen zur Seite, sondern Sechstel und Zwölftel von —2,60 und 1,40—1,30 Gr. Auch in Korinth selbst, wo die ptmünze, der Stater, ein Didrachmon euböischen Gewichtes , wurde vorwiegend gedrittelt, und diese Drittel von 2,90 Gr., ntlich Tetrobolen, waren unter dem Namen „Korinthischer chmen" bekannt. — Während sich aber das System der eitheilung in der Chalkidike, selbst nach dem Übergange einer leichtern Währung, bis auf Philipp's Zeit erhielt, ent- ten demselben Rhegion und die drei sicilischen Städte schon in ersten Hälfte des V. Jahrhunderts, und an die Stelle der ittel traten hier Hälften und Viertel der Tetradrachmons.

Im Gegensatze zu der reichlichen Didrachmenprägung in G
Akragas, Selinunt und Segesta, blieb dieselbe in Himera, besond
aber in den Städten der Ostküste Siciliens eine beschränkte, in
man sich hier wahrscheinlich mit den massenhaft zuströme
Pegasosstateren von Korinth und Akarnaniens behalf. Es w
dieser Umstand neuerdings, wie die frühere Dreitheilung, auf
Verfolgung ökonomischer Vortheile im Münzwesen; und in di
mag auch der Grund liegen, warum in Athen selbst, wo
Zufluss der besprochenen anepigraphischen und der korinthis
Münzen ein bedeutender gewesen sein muss, beinahe keine
drachmen gemünzt worden sind.

Drittelstücke von Katana und Leontini, welche ebenfalls c
kidische Gründungen waren, kennt man nicht.

Die Dreitheilung des euböisch-attischen Tetradrachmons
Sicilien und in der Chalkidike scheint also einzig aus Bedürfnis
und der Convenienz der selbstständig gewordenen Kolonien h
vorgegangen zu sein, und es liegt auf der Hand, dass man eben
wenig dazu berechtigt ist, die sicilischen Stücke von ca. 6—5,50
und die chalkidischen von 2,90—2,60 Gr. als „euböische Drach
und Hemidrachmen" zu bezeichnen, als die zum Theil gleichz
geprägten Münzen desselben Gewichts von Korinth, Korkyra, E
Kreta etc.

Nicht in den vom Mutterlande unabhängig gewordenen
lonien Euböa's haben wir das „euböische Gewicht" zu such
sondern in Euböa selbst; und da begegnen wir von Alters
die noch unbestimmbaren aufschriftlosen Münzen der Beilage
mit in Berücksichtigung gezogen, dem Tetradrachmon und de
Viertheilung, d. h. euböischen Didrachmen und Drach
von 8,73 und 4,36 Gr., — Gewichte, die mit den attischen identi
sind.[1])

Winterthur, Mai 1881.

---

[1]) Von dieser Regel scheint einzig Chalkis insofern abzuweichen,
es eine Zeit lang, gleich den Städten der Chalkidike, — neben Tetradr
men und Didrachmen, — statt Drachmen Tetrobolen prägte, welche
sogenannten korinthischen Drachme sowohl, als leichten äginäischen H
drachmen gleichwerthig waren.

I. Euböische Silbermünzen.

Karystos

Gramme								
4,—	Imhoof		Stierkopf mit Hals r.		℞	Vertieftes Viereck		?
0,62	„		„ „ „		„	„		?
16,47	Baron v. Hirsch	m.	Stier l., sich mit dem Horn kratzend		„	KARVƐTIO(Ν)	Hahn r.	V. V.
8,65	Imhoof		Säugende Kuh r.		„	Α-Κ	„ „	„
8,04	Brit. Mus. T. Combe, VIII, 18		„ „ „		„	Κ	„ „	„
7,70	„		„ „ „		„	Κ Α	„ „	
7,40	Ed. Bunbury		„ „ „		„	ΚΑ-ΡΥΣ	„ „	
7,72	Mionnet II, 302, 15		„ „ „		„	ΚΑ-ΡΥΣΤΙΩΝ	„ „	
7,62	Imhoof (cf. Eckhel, N. v. a. X, 17)		„ „ „		„	„	„ „	
7,57	Mus. Hunter 86, 1		„ „ „		„	„	„ „	
7,68	Brit. Mus.		„ „ „		„	„ und mon.	„ „	
4,10—3,43	Drachmen mit verschiedenen Typen							
2,02—1,70	Hemidrachmen	„						
1,12—1,08	Diobolen	„						
0,62—0,50	Obolen	„						

Chalkis

Gramme			
16,05	Imhoof (ein Stück der Münze ist weggebrochen)	Ψ auf einem Schilde	℞ Rad in vertieftem Viereck
8,50	de Luynes	Adler mit Schlange r.	„ „ „ Dreieck
8,36	Imhoof Z. f. Num. III, 217, 2	Adler r. fliegend	„ „ „ „
2,88	Berlin	„ „	„ „ „ „
2,75	Imhoof	„ „	„ „ „ „
2,72	Photiades Pacha	„ „	„ „ „ Viereck
2,80	Cat. Behr, T. I, 9	„ „	„ ⅃AΨ Rad in vertieftem Viereck
2,75	Brit. Mus.	„ „	„ ΨA⅃ „ „ „
0,46	Imhoof Z. f. Num. III, 217, 4	„ „	„ Rad „ „
4,—	und abwärts	Frauenkopf	„ ΛAX u. XAΛ Adler mit Schlange; daneben Symbol
1,82	„	„	„ XAΛ Adler mit Hase; Symbol
0,61	„	„	„ X-A Adler r. stehend; „
0,30	Imhoof	„	„ X-A Adlerkopf r.

Gramme												
17,45	Mus. Hunter XXVIII, 20	Ɛ	Kratzender Stier r.; Vogel auf dem Rücken					℞	Ш	Polyp	Vertieft. Viereck	
17,27	Brit. Mus.	–	Stier	r.	mit	Vogel		,,	–	,,	,,	
17,20	de Luynes	Ɛ	,,	,,	,,	,,		,,	⋿	,,	,,	
17,17	Brit. Mus.	Ɛ	,,	,,	,,	,,		,,	⋿	,,	,,	
16,32	,,	⋿	,,	l.	,,	,,	Perlkeis	,,	–	,,	,,	
8,50	Margaritis	⋿	,,	l.	,,		,,	,,	–	,,	,,	
8,50	Imhoof	⋿	,,	,,				,,	–	,,	,,	
8,50	Bompois	Ɛ	,,	r.	auf	Basis		,,	–	,,	,,	
8,35	L. v. Hirsch	Ɛ	,,	,,		,,		,,	–	,,	,,	
8,33	Brit. Mus.	⋿	,,	,,				,,	–	,,	,,	
8,36	Imhoof (cf. Mionnet t. L, 8)	Ɛ	,,	,,	auf	punktirter	Linie	,,	–	,,	,,	
8,39	Photiades	Ɛ	,,	,,			Perlkreis	,,	⋿	,,	,,	
8,22	Imhoof	Ɛ	,,	,,			,,	,,	⋿	,,	,,	
4,20	Mus. Athen, No. 4697[a])	Ɛ	,,	l.				,,	–	,,	,,	
4,28	Brit. Mus.	–	,,	r.			,,	,,	–	,,	,,	
3,98	Wien (mit Loch)	–	,,	,,			,,	,,	Ш	,,	,,	
4,10	Imhoof (gerieben)	–	,,	,,			,,	,,	Ш	,,	,,	
4,11	Brit. Mus.	–	,,	,,			,,	,,	Ɛ-℞Ɛ	,,	,,	
3,85	Imhoof ,,	–	,,	,,			,,	,,	–	,,	,,	
1,96	Mus. Hunter 147, 2	–	,,	r.				,,	–	,,	,,	

Gramme							
1,76	Wien (mit Loch)	E	Stier r.		℞ –	Polyp	Vert. Viereck
1,57	Im Handel	E	„ „	Perlkreis	„ –	„	„
1,44	Imhoof	E	„ „	„	„ –	„	„
0,67	Six	–	Stierkopf von vorn		„ –	„	„
0,67	Imhoof	Ш	„ „		„ 8	„	„
0,63	„	–	„ „		„ ∃	auf dem Polyp	„
0,60	„	Ш	„ „		„ –	Polyp	„
0,27	„	–	„ „		„ –	„	„
0,25	„	–	„ „		„ –	„	„
0,57		E-P	„ „		„ –	Stern	
11,92	Paris		L. liegender Stier		„ EVB	Frauenkopf	„
4,12	und abwärts		Frauenkopf		„ EY, EYB u. EYBO	Stierkopf mit Hals; zuweilen Symbol	
1,98	„		„		„ EY	Stierkopf mit Hals	
1,19	Imhoof	E	„ r.		„ EYB	Zwei Weintrauben	
1,17	Brit. Mus.	–	„ l.		„ EYB	„ „	
0,57	Imhoof		„ r.		„ EYB	Stierkopf mit Hals r.	
0,48	„		„ l.		„ EY	„ „ „	
0,27	„		„ r.		„ EY	Stierhuf	

II. Rheginische und Sicilische Silbermünzen.

Rhegion

Gramme			
17,63	Imhoof	Löwenhaupt von vorn	℞ ⋀O⋀IƆƎЯ Kalbskopf
17,33	Sambon p. 351, 3		
5,85—5—	Mommsen, Röm. Münzw. S. 90 u. 124		
5,80	Imhoof		
5,73	Brit. Mus. 373, 2	„ „	„ „ „ [1]
5,70	„ „ 1		
5,59	Berlin, No. 683		
5,55	Imhoof		
0,98	„	„ „	„ ƆƎЯ im Felde
0,96	„	„ „	„ ƆƎꟼ „

Die unmittelbar hierauf folgende Prägung mit Maulthiergespann und Hase (Aufschrift ⋀O⋀IƆƎЯ) zeigt Tetradrachmen und Drachmen bis 17,35 und 4,31 Gr.

[1]) Ein Drittelstück ist auch die Münze von Rhegion, welche den Stier mit Menschengesicht auf beiden Seiten zeigt, (Sambon p. 351, 1 Gr. 5, 64).

Himera

Gramme			
5,80—5,28	Brit. Mus. 76, 1—8	Hahn und Schriftzeichen	℞ Vertieftes Viereck
5,77—5,31	Imhoof		
0,92—0,90	„		
0,87	Berl. Mus. 76, 11.		
5,93—5,36	Mommsen, l. c. 90 u. 128	„ „ „	„ Henne im vertieften Viereck
5,83—5,12	Brit. Mus. 77, 14—22		
5,87	Parma		
5,79—5,52	Imhoof		
5,77	Berlin, N. 536		
5,72	„ „ 537	„ IATON	„ „ „ „ „
5,67	Brit. Mus. 77, 23		
8,32	„ 79, 35	Himera „	„ ΜΟΙΑΡΞΜΙ IMEPAION Reiter

Die höchsten Gewichte der sich hier anschliessenden Prägung sind 17,37, 8,72, 4,21, 2,09 u. 0,73 Gr.

mit etwa fünfzehn verschiedenartigen Bildern geprägt haben, und dazu noch Münzen, welche zum Theil gar nicht so alt sind, dass man sie den ältesten Tetradrachmen Athens, die zudem von ganz verschiedener Fabrik sind, chronologisch voranstellen dürfte! Der reichliche Zufluss fremder Münzen in Attika erklärt sich, wie in Sicilien und anderwärts, aus dem ausgedehnten Handelsverkehr des mächtigen Seestaates, und hier ganz besonders noch aus der langjährigen Tributentrichtung der Unterthanen und Bundesgenossen Athens während des V. Jahrhunderts vor Chr. Und dass man diese alten Münzen, deren Aufschriftlosigkeit die genauere örtliche Zutheilung einstweilen noch nicht gestattet, vorzugsweise auf attischem Boden findet, hat wohl keinen anderen Grund, als weil dieselben euböischer Währung waren, und desshalb lange Zeit in einem Staate cursiren konnten, welcher beinahe sechs Jahrhunderte hindurch sein Münzsystem nie geändert hat.

Die ältesten sicheren Münzen von Athen und Euböa datiren aus dem Übergange vom VI. zum V. Jahrhundert v. Chr., die euböischen hauptsächlich aus dem letztern, während welchem die Insel den Athenern unterworfen und tributpflichtig war. Sie sind, wie die gleichzeitigen ältesten Münzen der euböischen und korinthischen Kolonien in der Chalkidike, sämmtlich und ohne Ausnahme ein und desselben Systems, des euböisch-attischen (Beilage I und III).

Alle alten Münzen äginäischen Gewichtes, welche für euböische Prägungen gehalten worden, und desshalb Veranlassung zu den bisherigen falschen Annahmen und Folgerungen, das euböische Gewicht betreffend, gegeben haben,[1]) gehören der Insel Kreta, und zwar, ihrer Mehrzahl nach, Gortyna an.[2]) Einzig aus dem Ende des V. Jahrhunderts vor Chr., der Zeit des Abfalls Euböas von Athen (411), ist ein ohne Zweifel in Eretria geprägtes Stück, mit der Aufschrift EVB., bekannt, dessen Gewicht von 11,92 Gr. eine bloss vorübergehende Prägung nach äginäischem Fusse unter peloponnesischem Einflusse bezeugt. Die Münzen von Eretria,

---

[1]) cf. Mommsen, Römisches Münzwesen, S. 62 und 63, und 91, Anm. 32; F. Hultsch, Metrologie, S. 145.

[2]) cf. meine „Monnaies grecques" 1881, Gortyna.

Chalkis und Histiäa aber, welche Gewichte von 5,75—5 Gr. und deren Hälften zeigen, sind nach Alexander geprägt.[1])

So lange Athen Silber münzte, d. h. bis auf die Zeit des Augustus, verblieb es bei der Solonischen Währung. Die euböischen und chalkidischen Städte dagegen gingen mit der Zeit zu anderen Systemen über, die letzteren schon während des V. Jahrhunderts, Euböa erst spät im folgenden.

Massgebend für die Bestimmung der euböischen Drachme sind also nur die Münzen des VI. und V. Jahrhunderts. Dass diese mit der sogenannten attischen von 4,36 Gr. Gewicht identisch ist, geht, wie bereits angedeutet, mit Bestimmtheit aus den Gewichten aller euböischen Münzen jener Zeit hervor (Beilage I).

Herr Director Friedländer normirt indessen die euböische Drachme zu 6,067 Gr.,[2]) eine Ziffer, die wohl in erster Linie aus den oben erwähnten, irrig Euböa zugeschriebenen kretischen Münzen äginäischen Gewichtes hergeleitet ist, und erst in Folge dessen auch aus dem Umstande, dass die ältesten Münzen einiger chalkidischer Kolonien in Sicilien jenes vermeintlich euböische Gewicht ebenfalls zeigen.

Nachdem sich aber, wie ich soeben gezeigt habe, die erste dieser Annahmen als eine durchaus irrige herausgestellt hat, so geht zugleich für die betreffenden sicilischen Gewichte jeder Zusammenhang mit den jetzt sicher gestellten euböischen Drachmen verloren, und es muss daher für jene nach einer andern Erklärung gesucht werden. Denn da nachweisbar euböische und attische Talente und Minen nur verschiedene Benennungen für ein und dasselbe System waren, und die Gewichte der alten Euböermünzen auch in Wirklichkeit identisch mit denen der attischen sind, so ist nicht einzusehen, warum trotzdem immer noch nach einer von der attischen verschieden normirten euböischen Drachme gesucht werden soll!

Was das Normalgewicht jener ältesten Prägungen von Rhegion, Zankle, Naxos und Himera betrifft, so stellt sich dasselbe schwerlich auf 6,067 Gr., sondern viel wahrscheinlicher auf

---

[1]) cf. meine „Münzen Akarnaniens" 1878, S. 33—36.

[2]) Das Kön. Münzkabinet, 1877, S. 53.

höchstens 5,90—5,80 Gr. (Beilage II). Die vereinzelten Stücke, deren Gewichte diese Ziffern überschreiten, sind entweder durch Oxyd beschwert, oder sonst zu schwer ausgeprägt, wie dies ja nicht selten, besonders bei sicilischen Tetradrachmen und Didrachmen, — die bisweilen 18 und 9 Gr. erreichen, — der Fall ist. Diese Gewichte von ca. 6—5,50 und 1—0,90 Gr. lassen sich nach meiner Ansicht am einfachsten dadurch erklären, dass man sie auf die Dreitheilung des euböisch-sicilischen Tetradrachmons zurückführt, welch' letzterem jene als Drittel und Achtzehntel in allen Fällen genau entsprechen. Den ältesten Dritteln u. s. w. von Himera und Naxos hat man freilich noch keine ihnen gleichzeitige Tetradrachmen gegenüberzustellen, wohl aber denjenigen von Rhegion, Zankle und Messana, und zwar solche bis zum Gewichte von 17,70 Gr., deren Drittel also gerade Stücke von 5,90 Gr. sind. Die fernere Thatsache, dass diese Drittel wiederum mit den Durchschnittsgewichten der ältesten, meist etwas leicht ausgeprägten Drachmen äginäischer Währung von Korkyra, Kreta, Elis und anderer Inseln und peloponnesischer Städte übereinstimmen, scheint zugleich auch den Grund der Dreitheilung des euböischen Tetradrachmons in Sicilien anzugeben, welcher ohne Zweifel in dem regen Verkehr der Insel mit jenen Gegenden, und in den hierauf gerichteten Massregeln im Münzwesen zu suchen ist.

Eine ganz ähnliche, und das Gesagte gleichsam bestätigende Erscheinung tritt uns im Münzsysteme der euböischen und korinthischen Kolonien in der Chalkidike entgegen (Beilage III). Den ältesten Tetradrachmen der Halbinsel, die stets euböisch-attischer Währung sind, stehen nämlich ebenfalls nicht Didrachmen und Drachmen zur Seite, sondern Sechstel und Zwölftel von 2,90—2,60 und 1,40—1,30 Gr. Auch in Korinth selbst, wo die Hauptmünze, der Stater, ein Didrachmon euböischen Gewichtes war, wurde vorwiegend gedrittelt, und diese Drittel von 2,90 Gr., eigentlich Tetrobolen, waren unter dem Namen „Korinthischer Drachmen“ bekannt. — Während sich aber das System der Dreitheilung in der Chalkidike, selbst nach dem Übergange zu einer leichtern Währung, bis auf Philipp's Zeit erhielt, entsagten demselben Rhegion und die drei sicilischen Städte schon in der ersten Hälfte des V. Jahrhunderts, und an die Stelle der Drittel traten hier Hälften und Viertel der Tetradrachmons.

Im Gegensatze zu der reichlichen Didrachmenprägung in Gela, Akragas, Selinunt und Segesta, blieb dieselbe in Himera, besonders aber in den Städten der Ostküste Siciliens eine beschränkte, indem man sich hier wahrscheinlich mit den massenhaft zuströmenden Pegasosstateren von Korinth und Akarnaniens behalf. Es weist dieser Umstand neuerdings, wie die frühere Dreitheilung, auf die Verfolgung ökonomischer Vortheile im Münzwesen; und in dieser mag auch der Grund liegen, warum in Athen selbst, wo der Zufluss der besprochenen anepigraphischen und der korinthischen Münzen ein bedeutender gewesen sein muss, beinahe keine Didrachmen gemünzt worden sind.

Drittelstücke von Katana und Leontini, welche ebenfalls chalkidische Gründungen waren, kennt man nicht.

Die Dreitheilung des euböisch-attischen Tetradrachmons in Sicilien und in der Chalkidike scheint also einzig aus Bedürfnissen und der Convenienz der selbstständig gewordenen Kolonien hervorgegangen zu sein, und es liegt auf der Hand, dass man ebensowenig dazu berechtigt ist, die sicilischen Stücke von ca. 6—5,50 Gr. und die chalkidischen von 2,90—2,60 Gr. als „euböische Drachmen und Hemidrachmen" zu bezeichnen, als die zum Theil gleichzeitig geprägten Münzen desselben Gewichts von Korinth, Korkyra, Elis, Kreta etc.

Nicht in den vom Mutterlande unabhängig gewordenen Kolonien Euböa's haben wir das „euböische Gewicht" zu suchen, sondern in Euböa selbst; und da begegnen wir von Alters her, die noch unbestimmbaren aufschriftlosen Münzen der Beilage IV mit in Berücksichtigung gezogen, dem Tetradrachmon und dessen Viertheilung, d. h. euböischen Didrachmen und Drachmen von 8,73 und 4,36 Gr., — Gewichte, die mit den attischen identisch sind.[1])

Winterthur, Mai 1881.

---

[1]) Von dieser Regel scheint einzig Chalkis insofern abzuweichen, als es eine Zeit lang, gleich den Städten der Chalkidike, — neben Tetradrachmen und Didrachmen, — statt Drachmen Tetrobolen prägte, welche der sogenannten korinthischen Drachme sowohl, als leichten äginäischen Hemidrachmen gleichwerthig waren.

I. Euböische Silbermünzen.

Karystos

Gramme								
4,—	Imhoof		Stierkopf mit Hals r.			℞	Vertieftes Viereck	?
0,62	„		„ „ „			„	„	?
16,47	Baron v. Hirsch	m.	Stier l., sich mit dem Horn kratzend			„	KARVΣTIO(N) Hahn r.	V. V.
8,65	Imhoof		Säugende Kuh r.			„	A-K	„ „ „
8,04	Brit. Mus. T. Combe, VIII, 18		„ „ „			„	K	„ „ „
7,70	„		„ „ „			„	K A	„ „
7,40	Ed. Bunbury		„ „ „			„	KA-PYΣ	„ „
7,72	Mionnet II, 302, 15		„ „ „			„	KA-PYΣTIΩN	„ „
7,62	Imhoof (cf. Eckhel, N. v. a. X, 17)		„ „ „			„	„	„ „
7,57	Mus. Hunter 86, 1		„ „ „			„	„	„ „
7,68	Brit. Mus.		„ „ „			„	„ und mon.	„ „
4,10	— 3,43 Drachmen mit verschiedenen Typen							
2,02	— 1,70 Hemidrachmen	„						
1,12	— 1,08 Diobolen	„						
0,62	— 0,50 Obolen	„						

Chalkis

Gramme			
16,05	Imhoof (ein Stück der Münze ist weggebrochen)	Υ auf einem Schilde	℞ Rad in vertieftem Viereck
8,50	de Luynes	Adler mit Schlange r.	„ „ „ Dreieck
8,36	Imhoof Z. f. Num. III, 217, 2	Adler r. fliegend	„ „ „ „
2,88	Berlin	„ „	„ „ „ „
2,75	Imhoof	„ „	„ „ „ „
2,72	Photiades Pacha	„ „	„ „ „ Viereck
2,80	Cat. Behr, T. I, 9	„ „	„ ΛΑΥ Rad in vertieftem Viereck
2,75	Brit. Mus.	„ „	„ ΥΘΛ „ „ „
0,46	Imhoof Z. f. Num. III, 217, 4	„ „	„ Rad „ „
4,—	und abwärts	Frauenkopf	„ ΛΑΧ u. ΧΑΛ Adler mit Schlange; daneben Symbol
1,82	„	„	„ ΧΑΛ Adler mit Hase; Symbol
0,61	„	„	„ Χ-Α Adler r. stehend; „
0,30	Imhoof	„	„ Χ-Α Adlerkopf r.

Gramme											
17,45	Mus. Hunter XXVIII, 20	Ε	Kratzender Stier r.; Vogel auf dem Rücken					Ꝛ	Ш	Polyp	Vertieft. Viereck
17,27	Brit. Mus.	–	Stier	r.	mit	Vogel		„	–	„	„
17,20	de Luynes	Ε	„	„	„	„		„	Ч	„	„
17,17	Brit. Mus.	Ε	„	„	„	„		„	Ч	„	„
16,32	„	Ч	„	l.	„	„	Perlkeis	„	–	„	„
8,50	Margaritis	Ч	„	l.	„		„	„	–	„	„
8,50	Imhoof	Ξ	„	„				„	–	„	„
8,50	Bompois	Ε	„	r.	auf	Basis		„	–	„	„
8,35	L. v. Hirsch	Ε	„	„		„		„	–	„	„
8,33	Brit. Mus.	Ч	„	„				„	–	„	„
8,36	Imhoof (cf. Mionnet t. L, 8)	Ε	„	„	auf	punktirter	Linie	„	–	„	„
8,39	Photiades	Ε	„	„			Perlkreis	„	Ξ	„	„
8,22	Imhoof	Ε	„	„			„	„	Ч	„	„
4,20	Mus. Athen, No. 4697[a])	Ε	„	l.				„	–	„	„
4,28	Brit. Mus.	–	„	r.			„	„	–	„	„
3,98	Wien (mit Loch)	–	„	„			„	„	Ш	„	„
4,10	Imhoof (gerieben)	–	„	„			„	„	Ш	„	„
4,11	Brit. Mus.	–	„	„			„	„	Ε-Ꝛ Ε	„	„
3,85	Imhoof „	–	„	„			„	„	–	„	„
1,96	Mus. Hunter 147, 2	–	„	r.				„	–	„	„

Gramme						
1,76	Wien (mit Loch)	E Stier r.		℞ –	Polyp	Vert. Viereck
1,57	Im Handel	E „ „	Perlkreis	„ –	„	„
1,44	Imhoof	E „ „	„	„ –	„	„
0,67	Six	– Stierkopf von vorn		„ –	„	„
0,67	Imhoof	Ш „ „		„ 8	„	„
0,63	„	– „ „		„ ∃	auf dem Polyp	„
0,60	„	Ш „ „		„ –	Polyp	„
0,27	„	– „ „		„ –	„	„
0,25	„	– „ „		„ –	„	„
0,57		E-P „ „		„ –	Stern	
11,92	Paris	L. liegender Stier		„ EVB	Frauenkopf	„
4,12	und abwärts	Frauenkopf		„ EY, EYB u. EYBO	Stierkopf mit Hals; zuweilen Symbol	
1,98	„	„		„ EY	Stierkopf mit Hals	
1,19	Imhoof	E „ r.		„ EYB	Zwei Weintrauben	
1,17	Brit. Mus.	– „ l.		„ EYB	„ „	
0,57	Imhoof	„ r.		„ EYB	Stierkopf mit Hals r.	
0,48	„	„ l.		„ EY	„ „ „	
0,27	„	„ r.		„ EY	Stierhuf	

II. Rheginische und Sicilische Silbermünzen.

Rhegion

Gramme			
17,63	Imhoof	Löwenhaupt von vorn	℞ ꟼOꟼIƆƎꟼ Kalbskopf
17,33	Sambon p. 351, 3		
5,85—5—	Mommsen, Röm. Münzw. S. 90 u. 124		
5,80	Imhoof		
5,73	Brit. Mus. 373, 2	„ „	„ „ „ [1]
5,70	„ „ 1		
5,59	Berlin, No. 683		
5,55	Imhoof		
0,98	„	„ „	„ ƆƎꟼ im Felde
0,96	„	„ „	„ ƆƎꟼ „

Die unmittelbar hierauf folgende Prägung mit Maulthiergespann und Hase (Aufschrift ꟼOꟼIƆƎꟼ) zeigt Tetradrachmen und Drachmen bis 17,35 und 4,31 Gr.

[1]) Ein Drittelstück ist auch die Münze von Rhegion, welche den Stier mit Menschengesicht auf beiden Seiten zeigt, (Sambon p. 351, 1 Gr. 5, 64).

Himera

Gramme			
5,80—5,28	Brit. Mus. 76, 1—8	Hahn und Schriftzeichen	℞ Vertieftes Viereck
5,77—5,31	Imhoof		
0,92—0,90	„		
0,87	Berl. Mus. 76, 11.		
5,93—5,36	Mommsen, l. c. 90 u. 128	„ „ „	„ Henne im vertieften Viereck
5,83—5,12	Brit. Mus. 77, 14—22		
5,87	Parma		
5,79—5,52	Imhoof		
5,77	Berlin, N. 536		
5,72	„ „ 537	„ IATON	„ „ „ „ „
5,67	Brit. Mus. 77, 23		
8,32	„ 79, 35	Himera „	„ ИOIAꟼƎMI Reiter

Die höchsten Gewichte der sich hier anschliessenden Prägung sind 17,37, 8,72, 4,21, 2,09 u. 0,73 Gr.

Gramme			
17,(..?)	Privat-Sammlung in Sicilien	Zeus vor Altar	℞ ΔΑΝΚΛΑΙΟΝ Delphin u. Muschel
6,01—5,20	Mommsen l. c. 90 u. 126		
5,77	Wien No. 537		
5,62	Berlin No. 537	ΔΑΝΚΛΕ, ΔΑΝΚΛ, ΔΑΝΚ	
5,57	„ „ 536	Delphin u. Sichel	„ Muschel in vertieftem Viereck
5,55—4,86	Brit. Mus. 99		
4,09	„ 99, 3		
0,78	Imhoof		
0,76	Mommsen l. c.	ΔΑΝΚ Delphin u. Sichel	„ „ „ „
0,73	Brit. Mus. 99, 7		
0,11	„ 99, 8	ΔΑΝ „ „	„ „ „ „
17,70	Imhoof		
17,66 u. 17,33	Mommsen l. c. 90 u. 126	Löwenhaupt von vorn	„ ΜΕΣΣΕΝΙΟΝ Kalbskopf
17,59	Imhoof		
17,31	Brit. Mus. 100, 10		
0,91	„ 100, 9		„ ΜΕΣ im Felde

Es folgt hierauf die Prägung mit denselben Buchstabenformen in der Aufschrift und dem Bilde des Hasen, mit Gewichten bis 17,55, 8,56, 4,28 und 0,88 Gr.

Naxos

Gramme			
5,65	Brit. Mus. 118, 3	Bärtiger Dionysoskopf	℞ NAXION Weintraube
5,65	Parma		
5,59	München		
5,57—4,89	Mommsen, l. c. 90 u. 127		
5,45	Imhoof		
5,30	Berlin, No. 540		
1,10—0,88	Imhoof		
0,74—0,68	Brit. Mus. 118, 4—6.		

Die chronologisch hierauf folgende Münzreihe mit derselben Aufschriftform zeigt Stücke mit 17,44, 4,34 und 0,74 Gr. Gewicht.

III. Die ältesten Münzen der Chalkidike.

17,64—16,86	Brandis S. 533	*Akanthos*
2,65— 2,60	"	"
17,12	Berlin	*Aeneia*
2,61	Imhoof	"
1,30	"	"
7,20 (m. Loch)	Imhoof	*Dikaiopolis*

2,81—2,60	„ u. Brandis 521	„			
2,90—2,83	„	*Kapsa*			
16,96	Baron von Hirsch	*Mende*			
16,91—16,38	Brandis 537	„			
16,65	Imhoof	„			
2,79— 2,58	„ u. Brandis 537	„			
17,50	Parma	*Olynthos*			
17,45	Berlin No. 291	„			
17,37	Wien	„			
16,70	Bompois	„			
16,56	Brit. Mus.	„			
17,60	„	*Potidaia*			
17,45	Berlin	„			
17,15	Wien	„			
16,91	Cat. Thomas	„			
2,81—2,65	Imhoof u. Brandis 539	„			
1,36	„	„			
16,88	Berlin	*Sermyle*			
17,24—17,00	Brandis 540	*Terone*			
17,20	Imhoof	„			
1,30	Imhoof	„			
16,78	Brit. Mus., Num. Chron. 1878, S 85		Quadriga r.	R.	Vertieftes Viereck
16,73	Waddington		„ von vorn	„	„ „

IV. Silbermünzen euböisch-attischen Gewichtes ohne Aufschrift.

1. Mit *Rad.*

Gramme					
8,10	Mionnet, Rec. de pl. XL, 4; Beulé 17 u. 23	Rad (alterthümliche Form)	R	Diagonal getheiltes Viereck	
8,59	Six				
8,50	Brit. Mus. Num. Chr. 1875, t. IX, 9	Rad mit vier Speichen	„	„	„
8,50	Beulé 17 u. 23; Mionnet, l. c. 5				
8,47	Berlin; Beulé 31				
8,35	de Luynes				
6,52	Lambros	„	„	„	„
4,30	Imhoof	„	„	„	„
4,22—3,85	Beulé 17 u. 23; Mion. XLI, 1				
4,19	Feuardent				
4,16	Six	„	„	Sechs vertiefte unregelm. Felder	
4,04	Feuardent	„	„	Fünf „ „ „	
1,08	Margaritis I, 49	„	„	Unförmlicher Einschlag	
0,71—0,55	Berlin; Beulé 31	„	„	Diagonal getheiltes Viereck	
0,70—0,60	Beulé 17 u. 23	„	„	„ „ „	
0,68—0,55	Imhoof	„	„	Einschläge verschiedener Form	
0,50—0,40	Beulé 18	„	„	Diagonal getheiltes Viereck	

8,10 Fox	Triquetra in einem Ring	B	„	„
2,— Beulé 17 u. 19	„	„	„	„
	3. Mit *Astragalos.*			
8,45 Beulé 17 u. 19; Mionnet XL, 6	Astragalos in einem Ring	„	„	„
6,58 (subaerat) Prokesch-Osten	„	„	„	„
	4. Mit Eule.			
8,42 de Luynes 8,14 Beulé 17 u. 19; Mionnet XL, 1 8,— Berlin 0,71 Berl. Mus. 0,65 Beulé 17 u. 19	Eule rechts in einem Ring	„	„	„
	5. Mit *Pferdehintertheil.*			
8,61 Margaritis No. 51 8,42 Imhoof 8,39 Athen (Mon. dell' Inst. VIII, 32,16) 9,05 (oxydirt) Fox	Hintertheil eines Pferdes in einem Ring	„	„	„
4,27 Lambros 4,25 Beulé 17 u. 19 4,20 „ 4,15 Berlin No. 16 3,90 Imhoof	„	„	„	„

Gramme					
		6. Mit *Pferdevordertheil.*			
8,48	de Luynes	Vordertheil eines l. springenden Pferdes in einem Ring	R	Diagonal	getheiltes Viereck
3,79	Rev. num. 1865, VII, 3	Dasselbe in einem Doppelringe	„	„	„
8,43	Haag; Imhoof, Münzkab. Haag VI, 5	Vordertheil eines r. springenden gezügelten Pferdes	„	„	„
		7. Mit *Pferd.*			
8,45	Beulé 17 u. 19	Pferd l. auf einer Basis stehend. Ring	„	„	„
		8. Mit *Stierkopf.*			
8,66	Brit. Mus. Num. Chr. 1873, VII, 2	Stierkopf von vorn	„	„	„
8,61	„				
8,48	Berlin, N. 19				
0,32	Margaritis I, 55	„	„	Unförmlicher	Einschlag
		9. Mit *Amphora.*			
8,40	Imhoof	Amphora in einem Ring	„	Diagonal	getheiltes Viereck
8,22	Brit. Mus.	„	„	„	„
0,68	Margaritis I, 54	„ ohne Ring	„	„	„

10. Mit *Käfer.*

0,70 Imhoof	Käfer	„	„	„
0,66 Margaritis I, 50	„	„	„	„

11. Mit *Frosch.*

0,70 Berlin	Frosch	„	„	„
0,66 Imhoof	„	„	„	„

12. Mit *Granatapfel.*

0,32 Margaritis I, 56	Granatapfel	„	„	„
0,30 Imhoof	„	„	„	„

13. Mit *Auge.*

0,16 Imhoof	Menschliches Auge	„	„	„

14. Mit *Gorgoneion.*

17,40 Brit. Mus.	Gorgoneion	„	Löwenvordertheil von vorn i. v. V.	
17,39 „				
17,15 Margaritis No. 52				
17,— Brit. Mus. & Beulé 17 u. 25				
16,70 Feuardent				
16,48 Brit. Mus. Num. Chr. 1873, VII, 1	„	„	Stierkopf von vorn i. v. V.	

Gramme			
8,71	München	Gorgoneion	℞ Diagonal getheiltes Viereck
8,63	Brit. Mus.		
8,52	„		
8,50	Gotha		
8,45	Beulé 17 u. 25		
8,39	„ 31 (Berlin)		
8,30	Imhoof		
7,70	Photiades		
8,54	Mus. Santangelo 12427	„	„ Löwenkopf von vorn in einem der 4 Felder des Einschlags
8,52	Brit. Mus.		
8,50	Prokesch-Osten		
8,22	de Luynes; Mionnet, XLI, 3		
0,72—0,60	Beulé 18, 25 u. 31.	„	„ Diagonal getheiltes Viereck
0,70	Margaritis I, 53		
0,61—0,50	Imhoof	„	„ „ „
0,20	Beulé 18 u. 25		

15. Mit *Eberkopf.*

3,90	Imhoof	Eberkopf r.	„ Viergetheiltes Viereck
3,82	Margaritis I, 23		

Ferner wurde vorgelegt und zum Druck beschlossen die folgende Abhandlung des Hrn. Olshausen:

Forschungen auf dem Gebiete érânischer Sprachkunde.

I.

Über die Bezeichnung der Bruchzahlen in den Pahlavî-Schriften.

Von der Bezeichnung der Bruchzahlen in den Pahlavî-Schriften hat Spiegel gehandelt, Gramm. der Huzv.-Spr. S. 77. Er weist hierbei eine zwiefache Art diese Zahlen auszudrücken nach. Die eine derselben entspricht vollkommen der heute noch üblichen Weise, die bekanntlich darin besteht, dass der Divisor des Bruches in der Ordinalzahl voran gestellt wird und ihr der Dividendus — gewöhnlich wenigstens die Einzahl — nachfolgt, z. B. سه یک, d. i. einer von drei gleichen Theilen der Einheit, also $\frac{1}{3}$; ebenso پنج یک $= \frac{1}{5}$, ده یک $= \frac{1}{10}$, u. s. w. Die andere Art der Bezeichnung ist unzweifelhaft älteren Ursprungs und gehört wesentlich noch dem érânischen Mittelalter an. Die Benennungen dieser Art für $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ führt Spiegel von entsprechenden, im Avesta vorkommenden Formen ab, dem Anscheine nach mit Recht. Sie lauten im Avesta *thrishva* und *ćathrushva* und enthalten ein Bildungssuffix, dessen ursprünglicher Begriffswerth, sich mit Sicherheit nicht mehr nachweisen lässt; doch vgl. Bopp, vergleichende Gramm. II² S. 62. Pott, das indogerm. Thema des Zahlworts zwei, S. 10 f. In den Pahlavî-Formen wurde dann — falls sie wirklich von jenen abstammen, — vielleicht nicht mehr das auslautende *-va*, sondern nur dessen *ó* (oder auch *û*) gesprochen; ein Punkt, über den uns die Unvollkommenheit der Pahlavî-Schrift im Dunkeln lässt. Auch wurde noch ein anderes Suffix — *ta(k)* — angefügt, ohne dass man jetzt zu welchem Zwecke. Unter allen Umständen wird man aber wegen Av. *thrishva* mit der Pahlavî-Version zu Vend. 16, 7. 18, 43. Yaçn. 19, 13. 61, 12 als Pahl.-Wort für $\frac{1}{3}$ die Form סרישוך der Form סרישתך vorziehen müssen, welcher man in der Version zu Vend. 6, 69. 18, 46. 48 begegnet. Ebenso erscheint wegen Av. *thrushva* (worüber Justi, Zendspr. S. 377*a* sub no. 391 zu vgl.) die Form *ćatrušvata(k)* oder dafür *ćatrušóta(k)* Vend. 16, 7 als die correctere, nur wird vielleicht das *t* im ersten Theile des Wortes besser durch *ç* ersetzt, welches die in anderer Beziehung fehlerhaften Schreibweisen *ćaçruvišvata(k)* Vend. 6, 69 und *ćaçrîšvata(k)* Yaçn. 19, 13 darbieten.

Weiter entfernt sich die Bildung des Pahl.-Wortes für ½ von den Avesta-Formen. Unter einer Menge verschiedener Schreibarten für letztere — bei Spiegel zu Vend. 6, 69 p. 235, 16, 7 p. 2[illegible] und Yaçn. 19, 13 p. 263 — zieht Westergaard die Form *pañ[illegible] tañhem* (im Accus.) vor, Spiegel dagegen *pañgtañhúm*. Letztere scheint den Vorzug zu verdienen; vgl. Benfey, a. a. O. S. 10 Not. Der erste Theil des Wortes entspricht der Cardinalzahl für fünf und mag wohl *pañ* (für *pañk*, nach Justi, Zendspr. S. 361*b* s. no. 51) oder — damit gleichwerthig nach Spiegel, Gramm. d. altbaktr. Spr. S. 52 — *pañg* lauten. Den zweiten Theil führt Justi a. a. O. S. 375*a* sub no. 32, auf ein Suffix *-tañha* zurück, dem wo[illegible] ein ursprüngliches *-tasa* zum Grunde liegen müsste, während Spiegel einen Ausgang auf *-tañhu* (a. a. O. S. 52) oder auf *-tañhwa* (ebd. S. 181 § 158) annimmt, was auf älteres *-tasu* oder *-taswa* führ[illegible] würde. Wie es sich damit aber auch verhalten mag, immer unterscheidet sich die Pahl.-Form wesentlich von der im Avesta, sc[illegible] nun, dass jene mit der Version zu Vend. 16, 7 *panćta(k)* zu schr[illegible] ben (und vielleicht *panćata(k)* zu sprechen) ist, oder mit der Ver[illegible] sion zu Vend. 6, 69. Yaçn. 19, 13 *panćóta(k)* oder *panćûta(k)*. D[illegible] erste dieser Formen würde nur die Cardinalzahl für fünf mit d[illegible] Suffix *-ta(k)* zeigen, die zweite Bildungselemente wie *-óta(k)* u[illegible] *-ûta(k)*, deren Entstehung sich, wie bei *çrišóta(k)* und *ćaçrušó[illegible]* aus früherem *panćvata(k)* erklären liesse; doch ist ein dem *thrišva, ćathrušva,* analoges *panćva* nicht bekannt und vielleic[illegible] niemals vorhanden gewesen.

Mehr Licht, als durch das trübe Medium der handschriftlich[illegible] Überlieferung auf dieses Pahl.-Wort fällt, lässt sich vielleicht [illegible] andere Weise gewinnen. In den persischen Original-Lexicis [illegible] lich, wie im Farh. Gahângîrî, Burhâni qâṭi', Farh. Rašidî, [illegible] noch eine Form aufgeführt, die den älteren (Pahlavî-) Form[illegible] insbesondere in der Schreibart *panćóta(k)* fast vollständig gle[illegible] So wird دَهْبُودَه, gesprochen *dah-jo-da*, durch das arab. عشر erklärt und das mittlere Glied *jó* an seinem Orte als gleichbed[illegible] tend mit یک *eins* bezeichnet. Die Cardinalzahlen sind also [illegible] hier, wie im Neupersischen, an einander gerückt, zugleich aber [illegible] einem Ganzen verbunden durch Anhängung eines Suffixes, welch[illegible] lediglich die jüngere (neupersische) Form des Pahl.-Suffixes *-ta(k)* ist. Es kann nicht zweifelhaft sein, dass ebenso auch پکبوده *pang-jó-da* zu analysieren ist und ½ bedeutet, obgleich jene Lexi[illegible]

dasselbe ohne Prüfung der Sachlage durch die „Hälfte eines Zehntels“ erklären, während es natürlich das Doppelte des Zehntels ist. — Die Sylbe *jó* als Aequivalent von neupers. يک darf keinerlei Bedenken erregen. Sie beruht auf der Avesta-Form, die man *aêva* zu transcribieren pflegt, und der im Altpersischen der Keilinschriften *aiva* entspricht; beides Formen, welche gleichmässig *éva* auszusprechen sein werden, und mit denen auch die Pahl.-Form אירך *éva(k)* — nach M. J. Müller's allein richtiger Lesung — identisch ist. Grade so, wie im Neupers. يک aus *é-ka* entstanden ist, welches nicht bloss dem Sanskrit angehört, sondern einst auch in Êrân eine weite Verbreitung gefunden hat, ebenso entstand *jó* aus *é-va*; das *é* ging in *ja* über, welches in يک nicht weiter verändert wurde, während es mit dem nachfolgenden *v* zu *jó* verschmolz. Hieraus liesse sich nun vielleicht schliessen, dass auch in der richtigen und vollständigen Pahl.-Form die Sylbe *jó* mit dem Werthe von Eins auf die voran gehende Cardinalzahl folgte und deshalb vor dem durch *v* bezeichneten *ó* ein *j* zu ergänzen sei. Doch würde ein solcher Anlass leicht trügen; denn wir sehen in gewissen Avesta-Formen die volle Lautgruppe *éva* als Ausdruck für die Einzahl wesentlich in ein einziges *ó* (auch wohl *ao* geschrieben) zusammengedrängt, woraus sich denn die Pahl.-Form *pančóta(k)* ebenfalls erklären liesse. Man vergl. die von Justi, Zendspr. S. 8*a*, aufgeführten Beispiele jener Art aus dem Avesta.

Zur Orientierung über die mehr oder weniger abweichenden Ansichten anderer Forscher in Betreff der hier bisher erörterten Punkte möge für Leser, denen damit gedient sein könnte, auf einige bekanntere Druckwerke verwiesen werden, wie auf Justi's Zendsprache S. 8*a*; Spiegel's altbaktr. Gramm. S. 176f.; dessen altpers. Keilinschriften S. 179 und Gramm. der Huzv.-Spr. S. 72f.; Index zu Hoshangji's Pahl. Glossary p. 49 sub voce *adûk*; West's Pahl.-Glossar zum Arda Viraf-nâme, s. v. *aê*, p. 63. 64 und Pazend-Glossar zum Mainyo-i-khard, s. v. *ē*, p. 70, und s. v. *ēwadâ*, p. 74; Spiegel's Pârsi-Gramm. S. 60; Vullers' Gramm. ling. Pers. p. 184. 191. — Auf die Beurtheilung abweichender Ansichten kann an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Dagegen mögen hier noch einige Punkte kurz berührt werden, welche früher zu erwähnen nicht nöthig schien.

So zuerst die Frage, ob nicht in den Avesta-Formen für die Bruchzahlen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$ die Endung *-va* ebenso als Aequivalent der

Eins gelten müsse, wie die Sylbe *jó* oder auch das *ó* allein in jüngeren Formen, und deshalb ebenfalls von dem alten vollständigen *aêva* (*é-va*) abzuleiten sei. In diesem Falle läge schon im Avesta bei der Bildung von Bruchzahlen ganz dasselbe Gesetz zum Grunde, welches im Neupersischen gemeinhin zur Anwendung kommt, die einfache Aneinanderrückung zweier Cardinalzahlen. Gegen diese Annahme scheint jedoch entschieden der Umstand zu sprechen, dass alsdann in der Avesta-Form grade der wesentlichste, der im Grunde allein die Einheit ausdrückende Theil des Wortes *é-va* ganz verschwunden und nur das mehr formelle Suffix *-va* erhalten wäre.

Eine zweite Frage ist, ob etwa auch die neupersischen Numeralia proportionalia, wie دُو وی duplum, دَه وی decuplum, صَد وی centuplum, wie die neupersischen Bruchzahlen, bloss durch zwei Cardinalzahlen neben einander gebildet seien, aber mit dem Unterschiede, dass es sich dabei nicht um Division, sondern um Multiplication handelte. Beide Arten der Verbindung wären schon dadurch von einander verschieden, wenn, wie es den Anschein hat, in dem zweiten Theile der Proportionalzahl ein Suffix überhaupt nicht enthalten wäre; die Einzahl könnte aber auch hier durch eine jener, schon erwähnten Formen mit *ó* vertreten sein, die etwa das Neutrum des Wortes darstellte und in neupersischer Schrift als وی erschiene. Eine Lautgruppe wie *ói* oder *ój* könnte in arabischer Schrift kaum anders und wenigstens nicht genauer wiedergegeben werden, als in dieser Weise. Doch bleibt die Sache sehr bedenklich und es scheint gerathener, die Endung وی von älterem *-vaṭ* abzuleiten, das im Avesta dergleichen Zahlen zu bilden dient; vgl. Justi, Zendspr. S. 214*a* s. v. *bizhvaṭ*, 140*b* s. v. *thrivañṭ*; Spiegel, altbaktr. Gramm. S. 180 f.

Ferner bleibe hier nicht unbemerkt, dass die Endung der neupersischen Numeralia multiplicativa auf تا *tâ* (mit ursprünglich langem *ā*) mit dem öfter erwähnten Pahl.-Suffix *-ta(k)*, neupers. ک, wie ihrer Bestimmung, so ihrem Ursprunge nach, schwerlich zusammengeworfen werden darf, wie z. B. Vullers, gramm. p. 191 not., anzunehmen scheint.

Endlich mag hier noch eines an die erwähnte Bruchzahl *dahjódah* lautlich anklingenden, in der That aber damit nicht verwandten Wortes gedacht werden, welches im vierten Abschnitte des An-

hangs zum Farh. Gahângîrî, sog. Zand- und Pazand-Wörter enthaltend, in sehr eigenthümlicher Weise behandelt ist. Man liest dort Folgendes: دهیوپد امر معروف ونهی منکر بود وانرا ده نیز نامند

„*Dahjupid* heisst: das Rechte gebieten und das Unrechte verbieten; man sagt dafür auch (bloss) *dah*". Im Burhâni q. lautet die Aussprache *dahjópad*; im Übrigen werden dieselben Angaben wiederholt. Augenscheinlich ist das Wort identisch mit Pahl. *dahjupat* = Av. *daŋhupaiti* (bei Justi, Zendspr. S. 146*a*), was auch West, Glossar zum Mainyo-i-khard p. 53 sq. und zum Ardâ Virâf-N. p. 192, richtig erkannt hat. Dieses Wort bezeichnet die Obrigkeit eines *daŋhu* oder *daqju* (nach der üblichen, leider wenig passend gewählten Transcriptionsweise), d. h. etwa eines Gaues. Wie man dazu kommen konnte, demselben seltsamer Weise eine abstracte Bedeutung beizulegen, darüber ist ein Fingerzeig zu finden bei Bérûnî, p. 221 des Textes, S. 206 der englischen Übersetzung, wo von dem persischen Feste دهوفذیّة *Dahûfadiyya* die Rede ist.

Die vorstehende Untersuchung über die Bruchzahlen in den Pahlavî-Schriften ist nicht am wenigsten durch eine Äusserung Aug. Müller's in den Anmerkungen zum Fihrist, II. S. 107, veranlasst, wonach derselbe erwartete, die befriedigende Erklärung eines im Fihrist erwähnten, sehr unklaren Bildungsgliedes an persischen Bruchzahlen werde sich nur im Pahlavî finden lassen. Durch das bis hieher gewonnene Ergebniss ist aber seine Erwartung noch keineswegs gerechtfertigt. Betrachten wir jedoch den Gegenstand selbst näher, um welchen es sich im Fihrist handelt, und zwar zunächst im Anschluss an die im Fihrist I. p. 242 benutzte Quelle, bei Balâðurî, p. 300 sq. de Goeje. Hier wird erzählt, wie nach der Eroberung von 'Irâq unter dem Chalifate 'Abd-al-Mâlik's die dort bis dahin in persischer Sprache geführten Steuerregister in arabischer Sprache umgeschrieben werden sollten und der damit beauftragte Beamte befragt wurde, wie er es machen wolle, gewisse persische Ausdrücke arabisch wiederzugeben. Fragen und Antworten lauten nun (p. 301) so: „wie willst du es machen mit (den persischen Ausdrücken) دهویة und ششویة? Er antwortete: ich werde schreiben $\frac{1}{10}$ und die Hälfte von $\frac{1}{10}$. Und wie wirst du es halten mit (dem pers.) ویذ? Er antwortete: ich schreibe es (arab.) ایضًا; (denn) das (pers.) Wort ویذ ist s. v. a. (arab.) نیف (quod

excurrit) und الزيادة تزاد (augmentum quod additur)." Der Text i
Fihrist (I. p. 242) zeigt folgende bemerkenswerthe Abweichung
دهويه und ششويه zeigen nicht die hier gewiss ganz unzuläss
arabische Femininendung auf ĕ, sondern einfaches ĕ. Ausserd
wird statt des arab. ايضًا gelesen: وايضًا.

Da die beiden zuerst erwähnten, als Bruchzahlen erklärt
persischen Wörter auf ganz gleiche Weise entstanden sind,
leuchtet sofort ein, dass das Verhältniss zwischen den ihren ers
Theil bildenden persischen Zahlwörtern für zehn und sechs zu
Erklärung durch $\frac{1}{10}$ und die Hälfte von $\frac{1}{10}$ durchaus nicht stim
Was darüber in den Anmerkungen zum Fihrist theils aus ei
brieflichen Äusserung de Goeje's angeführt, theils vom Her
geber selbst gesagt wird, ist leider gänzlich verfehlt. Es verd
keine Billigung, wenn gemeint wird, man dürfe es bei diesem V
hältnisse der Zahlen nicht so genau nehmen und habe kein R
zu einer Emendation, oder man hätte zur Wiedergabe der H
von $\frac{1}{10}$ statt einer mit sechs zusammengesetzten Zahl streng
nommen eine Zusammensetzung mit fünf erwarten sollen. G
im Gegentheil hat man es gewiss bei Zahlenverhältnissen beso
genau zu nehmen, und wo die Unrichtigkeit einer schriftli
Überlieferung zu Tage liegt, eine Emendation derselben wenig
zu versuchen, aber freilich nicht etwa durch Verwandlung ei
sechs in eine fünf, wo diese um nichts besser am Platze ist,
jene. Man mache sich nur die Sachlage klar: in einer wichti
amtlichen Angelegenheit erklärt ein des Arabischen und Persis
kundiger, gewiegter Steuerbeamte zwei persische Ausdrücke d
das unzweideutige, uns wie ihm wohlbekannte, arabische Wort
$\frac{1}{10}$ und für die Hälfte davon, d. h. doch für $\frac{1}{20}$; das überlief
persische Wort eignet sich zum Ausdruck dieser geringeren Br
zahl auf keine Weise, folglich steckt in demselben ein Fehler.
jetzt die Zahl sechs steht, muss 20 stehn und einst auch wirkl
gestanden haben. Wie eine so arge Verwechselung möglich gewe
sei, lässt sich auch ohne Schwierigkeit erklären und somit
richtige Gestalt des Textes herstellen.

Über die hier erwähnten Verhandlungen der Steuerbeamt
berichtet unsre älteste Quelle, Balâḏurî, auf Grund mündlicher M
theilung eines Zeitgenossen. Der von ihm niedergeschriebene B
richt war von Anfang an allen Misdeutungen ausgesetzt, welch

durch die in arabischen Handschriften nur zu häufige Vernachlässigung der Beizeichnung solcher diakritischer Punkte leicht herbeigeführt werden, mittels deren manche, im Übrigen innerhalb der eigentlichen Schriftlinie gleich gestaltete Buchstaben, einzeln stehende oder Gruppen bildende, von einander unterschieden werden; ein Punkt, auf dessen Wichtigkeit neuerdings auch Ed. Sachau (Einl. zu Bérûnî, S. LXI ff.) mit Recht nachdrücklich wieder hingewiesen hat. Nun wird man anerkennen müssen, dass dieselbe Schrift, die im Balâδurî und im Fihrist jetzt als die persische Zahl *šaš*, 6, gelesen wird, ebenso gut *bîst*, 20, gelesen werden konnte, und dass diese Lesung hier, weil nothwendig, auch die allein richtige sei. — Die zweite Hälfte der auf ويه ausgehenden Wörter wird von dieser Änderung nicht berührt, bedarf aber ebenfalls noch einer näheren Prüfung, auf welche nachher zurückzukommen ist.

Vorher möge jedoch auch nach der Richtigkeit des letzten persischen Wortes gefragt werden, das in der angeführten Stelle erwähnt und in den Ausgaben des Balâδurî und des Fihrist gleichmässig ويد geschrieben wird. Indessen wird in den Anmerkungen zum Fihrist (S. 108) ausdrücklich gesagt, dass die Schreibart des Wortes in den Handschriften dieses Werkes schwankt. In Verbindung mit der arabischen Präposition ب wird geschrieben: بوتد, نوند, بوند, und in der mit dem arabischen Artikel: لوند, الوتد, الوند. Also auch hier ist der mittlere Buchstabe des Wortes theils ohne diakritische Punkte gelassen, theils durch Beizeichnung solcher als *n* oder als *t* kenntlich gemacht; nur die Schreibart mit *j* findet sich — wenigstens in den Handschriften des Fihrist — gar nicht. Darnach ist der Lautwerth des Wortes ganz unsicher, und ob in der That ein persisches Wort ويد gemeint sei, sehr zweifelhaft. Vielleicht kann man sich dabei beruhigen, dass im Burhâni q. ein Wort ويد oder وَيْد, *véd*, (und ein verwandtes ويدا, *védâ*) mit der Bedeutung „wenig" aufgeführt wird; doch käme es noch darauf an, ob diese Angabe volles Vertrauen verdiene. Mehr gesichert ist jedenfalls in der Bedeutung von „etwas, ein wenig, einige" das persische Wort اند, *and*, dessen Deminutivform اندك bekanntlich sehr häufig gebraucht wird. Es wäre wohl eine nicht zu kühne, jedenfalls aber Erwägung verdienende Vermuthung, dass die handschriftliche Schreibart وند auf ursprünglichem واند „und etwas" beruhe, wie dieses z. B. in einer von Dauletschâh (im Pendnameh

von de Sacy p. 16 Z. 7) citierten Stelle vorkommt, wo das Jal eines gewissen Ereignisses durch پانصد واند ausgedrückt wir von de Sacy wiedergegeben durch „en l'année 500 et quelque vgl. ebenda p. LV. sub *d.* Auch ohne Anschluss an eine ande Zahl kommt das Wort vor, wie in dem von Spiegel, Pârsi-Gram S. 118 unten, angeführten Beispiele اند سال „einige Jahre"; v auch dessen Huzv.-Gramm. S. 92 § 89. Man bedenke nun folgen Momente.

Der uns hier als Führer dienende, mit der persischen u arabischen Terminologie seines Faches gleich vertraute Steu beamte erkennt in dem persischen Ausdrucke das Aequivalent d arabischen نيف oder, was dasselbe sagt, einer زيادة, die hin gefügt wird, d. h. eines Überschusses über einen gewissen Betr oder eines Zuschlages zu demselben. Ein solcher Ausdruck scheint in einem Steuerregister natürlich niemals als ein selbstä diger Posten, sondern nur im Anschlusse an einen vorhergehend Ansatz, und bezieht sich stets auf eine nicht erhebliche Üb schreitung desselben. So ist im Arabischen der Gebrauch von auf die zwischen zwei dekadischen Stufen liegenden Einheiten schränkt, auf dasjenige, was z. B. über zehn hinaus geht, ohne zwanzig zu erreichen.

Die Erwähnung eines solchen „surplus" in einem Steuerregis bedarf folglich stets der Anknüpfung an etwas Vorhergehendes dur eine Bindepartikel. Im Arabischen und schon seit dem Mittelalt auch im Êrânischen dient als solche ein dem hinzutretenden Wor vorgesetztes و. Dasselbe fehlt auch im Fihrist nicht vor dem Wor das von dem Steuerbeamten als gleichwerthig mit نيف zum Au druck für den persischen Terminus empfohlen wird; wir lesen da gewiss mit Recht, وأيضًا, in dem Sinne von „und etwas darüber Das unverbundene أيضًا bei Balâδurî genügt nicht, diesen Sin auszudrücken. Darnach darf man mit Zuversicht annehmen, dass dem entsprechenden persischen Worte das anlautende و ebenfal nur Bindepartikel war. Nun kann es wohl keinem Zweifel unter liegen, dass die persischen Steuerregister bis zur Eroberung 'Irâq durch die Araber in Pahlavî-Schrift geführt wurden. In diese konnte man gewiss die eng verbundenen Laute von و und ان auch mit vier Schriftzeichen schreiben, bei der weichen, ganz od doch fast ganz vocalischen Aussprache des و — ähnlich dem eng

chen *w* — reichten aber schon drei Zeichen vollständig aus, um
e Laute *wand* auszudrücken, genau so, wie man beim Vortreten
r Conjunction و vor die Pronominalform اش, *aš*, in der Pahl.-
hrift eines ا nicht bedurfte, um das kurze *ă* zu bezeichnen. Die-
schloss sich sofort an das *w* an und entbehrte, wo es nicht
hr im Anlaute stand, ohnehin eines besonderen Schriftzeichens.
e Schreibart وَنْد in einem Theile der Handschriften des Fihrist
tatt des gedruckten, aber nicht hinreichend beglaubigten ويد
nte sich deshalb sehr wohl empfehlen. — Übrigens sei hier
h bemerkt, dass jenes ويد oder was an dessen Stelle zu setzen
mag, durch die Vorsetzung des arabischen Artikels ebenso-
ig „vollständig arabisiert" ist, wie durch die Verbindung mit
arabischen Präposition بِ; durch den Artikel wird eben nur
den Lautcomplex des fremden Ausdrucks, als aus dem Vorher-
enden bereits bekannt, hingewiesen.

Wenden wir uns jetzt wieder der Analyse jener auf وِيه aus-
enden persischen Wörter zu, bei deren letzten Theile, soviel
annt, die handschriftliche Überlieferung keine Schwankung zeigt;
n die hier gewiss unzulässige Verwandlung des pers. s in ein
b. š in der Ausgabe des Balâδurî beruht allem Anscheine
h nur auf einem Misgriffe des gelehrten Herausgebers. So gut
r auch die Consonantschrift in diesem Falle beglaubigt sein mag,
es doch bei dem Mangel deutlicher Vocalbezeichnung unmöglich
sagen, wie das Wort ausgesprochen werden sollte. In den An-
rkungen zum Fihrist wird freilich kein Zweifel an der Übereins
mmung der Aussprache mit der des zweiten Theiles vieler per-
cher Eigennamen angedeutet, welcher von den Arabern وَيْه ge-
n wird. Allein abgesehen davon, dass über dieses selbst noch
ritten wird, würde aus dem lautlichen Gleichklange noch keines-
s auf ursprüngliche Identität der Lautgruppe in beiden Fällen
chlossen werden dürfen, vielmehr vor allen Dingen zu erwägen
, welche Bedeutung ihr in zwei so verschiedenartigen Verbin-
gen zuzuschreiben sein könne. Prüft man nun, welcher Sinn
ersten erwartet werden dürfe, um in der Combination mit einem
weideutigen Zahlworte eine Bruchzahl zu bilden, so erscheint
h dem, was über anderweitige êrânische Bildung gleicher Art
ittelt wurde, als das Zunächstliegende gewiss die Annahme, dass

in dem zweiten Theile der Bruchzahl eine Zahl, und zwar als Re präsentant der Einheit, enthalten sein werde.

Die Berechtigung dieser Annahme ergiebt sich auch aus eine näheren Prüfung des vorhandenen Quellenmaterials. Darnach lieg die Sache so. Die mündliche Überlieferung, welcher Balâδar folgte, beruhte in ihrem letzten Grunde unzweifelhaft auf eine Darstellung der Bruchzahl $\frac{1}{20}$ in Pahlavî-Schrift. Der erste, di Cardinalzahl als Divisor enthaltende Theil derselben wurde de Arabern richtig überliefert; eine Verwechselung der Zahlen 20 und war auch in der Pahlavî-Schrift unmöglich. Eine solche konnt erst durch die Aufzeichnung in arabischer Schrift herbeigefüh werden. Anders verhielt es sich mit dem zweiten, nach érânische Weise die Zahl eins als Dividendus ausdrückenden Theile d Bruchzahl. Dieser lautete in der, dem erwähnten älteren *-óta(* genau entsprechenden jüngeren Form *-óda*, welche in der fo dauernd in Érân üblichen Pahlavî-Schrift וידה geschrieben wurd Ebendiese Gruppe aber wurde, was so sehr leicht möglich wa von den Überlieferern verlesen als ויה, wie derartige Verwechs lungen wegen unzureichender Kenntniss der érânischen Sprache b den Arabern häufig vorkommen. So ging die mündlich fortgepflan unrichtige Lesung der Pahlavî-Schriftzüge auch in die arabisch Aufzeichnung über, und von einer Endung der Bruchzahl auf a kann gar nicht die Rede sein.

Möge das schliesslich gewonnene Resultat geeignet sein, au den von A. Müller gehegten Erwartungen von einer Frucht pahl vischer Forschungen einigermassen zu genügen.

II.

Über den Ursprung einer Reihe merkwürdiger érânischer Eigennamen.

Ein nicht minder günstiges Ergebniss lässt sich von einer Un tersuchung über die Lautgruppe ويه erwarten, soweit sie als Bi dungselement in érânischen Personennamen auftritt. Allerding kann auch in diesem Falle in Ermangelung einer übereinstimmen den Überlieferung nicht die Aussprache zum Ausgangspuncte de Untersuchung gemacht werden; daraus erwachsen jedoch kein

Schwierigkeiten für die Erkenntniss der Herkunft und ursprünglichen Bedeutung der Gruppe, vielmehr werden durch die Ermittelung dieser auch die Verschiedenheiten in der Aussprache begreiflich. Sie erklären sich allzumal leicht und natürlich aus einem wohlbekannten Pahlavî-Worte ויה وَيْه *wéh*, welches „gut, schön, vortrefflich" bedeutet. Stammverwandt mit Av. *vaṇhu*, Sskr. *vasu*, wird das érânische Wort in der Pahlavî-Schrift vielfach durch das aramaeische שפיר vertreten, kommt aber beim Lesen, der „Uzvâreš" zufolge, wieder zu seinem Rechte. Über diese Gleichstellung kann verwiesen werden auf Anquetil's Glossar p. 509, Hoshangji's Gloss. p. 19, 3 und Index dazu p. 232, Justi, Bundeh. S. 189*a*, 267*b*, West's Pahl.-Gloss. zum Arda Viraf p. 243, desgl. zum Mainyô-i-khard p. 213. Im Neupersischen, wo anlautendem älteren *v* in der Regel *b* gegenüber steht, wird das Wort jetzt به geschrieben und *bih*, mit kurzem *i* oder *ĕ* und lautbarem *h*, gesprochen. Eine etwas alterthümlichere Form derselben ist vielleicht in der Interjection وَهْ *wah*, „wie schön!" erhalten.

Das Wort ויה kommt nun, wie in seiner neueren, so auch in seiner alten Form und in seiner ursprünglichen Bedeutung, bald als erstes, bald als zweites Glied in zusammengesetzten Wörtern verschiedener Art vor. So erscheint es als vorderes Glied in einem Compositum possessivum (Bahuvrîhi), z. B. in dem (mit *hûdîn* gleichbedeutenden) Worte ويه دين, dessen neuere Form به دين in dem Sinne von „die gute (zoroastrische) Religion habend, rechtgläubig," allgemein bekannt ist. Die alte Form weist Haug nach, Introd. zum Zand-Pahl. Gloss. p. 31, 1. 32, 3, an deren Stelle dann p. 34, 1. 35, 5. 12 שפיר דין tritt. Von eben diesem Worte könnte mit Verkürzung der Sylbe ويه in وى auch der Personenname ويدينك bei Bérûnî p. 104 — dem Sinne nach etwa „der kleine Orthodoxe" — abgeleitet sein, wenn Nöldeke's Zusammenstellung, zum Ṭabari S. 127 Anm., berechtigt ist; was sehr wohl sein kann, wenn auch der Name bei Bérûnî in die vorzoroastrische Zeit hinauf gerückt wird.

Anderer Art ist das Verhältniss in den Compositis determinativis (Karmadhâraja), wo das Wort *wéh* im ersten Gliede einfach als adjectivischer Beisatz zu einem an zweiter Stelle folgenden Substantiv erscheint, ohne weitere Änderung an dem Gesammtwerthe des Compositums, wie eine solche bei den Bahuvrîhi eintritt; vgl.

darüber in F. Justi's verdienstlicher Abhandlung über die Zusammensetzung der Nomina in den indogerm. Sprachen S. 94. So führt der Indus-Strom in Pahl.-Schriften den Namen הית הית, wofür dann auch שפיר רוד eintreten kann, d. i. „der schöne Strom;" s. Justi, Bundeh. an den zuletzt angeführten Stellen, und Spiegel, Einl. II. S. 8 Z. 7 des Pahl.-Textes und S. 9 Z. 10 der neupers. Übersetzung. Gleichartig ist die Bildung deutscher Ortsnamen, wie Schönau, Schönbrunn und ähnlicher mehr; gleicher Art auch der von Bérûnî p. 43, 13 erwähnte Name des letzten Tages im Monat, به روز *Bihrôz*, gewöhnlich *Anîrân* genannt. Die Êrânier verbinden das Wort *wéh* auch mit Personennamen, die ihrerseits schon selber durch anderweitige Zusammensetzung entstanden sein können. So begegnen wir Namen wie بهافريدون bei Hamza p. 59 Z. 10 Gottw., und wie *Wéhšâpûr*, „der wackere, treffliche Šâpûr," wie im Arda Viraf nâmeh I, 35 (p. 7 Z. 8 bei West) die ursprüngliche Schreibart gewesen sein wird, verkürzt *Wêšâpûr*, nach Nöldeke's Schreibweise, zum Tabari S. 127 Anm. Derselbe Name konnte dann auch wieder unverändert zu einem Ortsnamen werden, wie ohne Zweifel der bei Hamza p. 48 Gottw. vorkommende Ort بی شابور in der Persis mit *Wéhšâpûr* ganz identisch ist. Ebenso ist به اردشير Name mehrerer Städte geworden; s. Hamza p. 46; Jâqût I, 555 s. v. بِرْدَشِير; Nöldeke zum Tab. S. 10 Anm. 3 Doch bezieht sich in Fällen dieser Art das Prädicat *wéh* nicht sowohl auf die Person selbst, mit deren Namen dasselbe verbunden ist, als auf den Ort, dessen Name von der Person entlehnt ist. Man sieht dies deutlich aus jener prahlerischen Steigerung des Prädicats durch Vergleichung mit berühmten Plätzen ähnlichen Characters, wie z. B. به از انديو شابور Hamza p. 49, d. i. (Stadt) *Schâbûr*, besser als Antiochia, vgl. ibid. p. 57 به از انديو خسرو und p. 56 به از آمد كواذ, (Stadt) *Kawâδ*, besser als *Âmid*, die Hauptstadt von Dijâr-bakr.

Etwas anders gestaltet sich die Sache, wenn das Wort mit einem Particip verbunden wird und den Werth eines Adverbs annimmt, nach Art deutscher Wörter, wie „wohlriechend, wohlgesinnt," oder (mit einem Verbaladjectiv als Vertreter eines Particips) „wohlgemuth," das ja auch als Eigenname vorkommt; vgl. Justi a. a. O. S. 96. So in dem Namen بهافريد Hamza p. 26 vorletzte Z., gleichsam „Wohlgeschaffen," Bérûnî p. 210, 10 und

nach Nöldeke's vermuthlich begründeter Ansicht, zum Tab. S. 127, in dem Namen ويكرت = وهكرت (oder vollständiger وبه كرت), Hamza p. 29 Gottw. Z. 14, Bérûnî p. 221, 2.

Wieder anderer Art sind solche Karmadhâraja, in denen *wéh* die zweite Stelle einnimmt, während in der ersten ein Substantiv erscheint, welchem der durch *wéh* ausgedrückte Begriff des Guten, Schönen, Werthvollen in irgend einer Weise als charakteristische Eigenschaft zukommt. Dabei handelt es sich um eine Vergleichung, wie bei uns in Wörtern, wie „taghell, pfeilschnell" u. dgl. m.; vgl. darüber in Justi's angeführter Abhandlung S. 88. Ein Beispiel dieser Art, dem wir in seiner älteren und neueren Gestalt und, wie es scheint, häufiger als irgend einem anderen gleicher Bildung begegnen, ist *róǵwéh*, jetzt neupers. روزبه *rózbĭh* oder *rózběh*. So lesen wir *róǵwéh* in der Erzählung vom Gôsht-i Fryânô, Anhang zu West's Arda Viraf N. p. 227 Z. 10, wo aber die von dem Bearbeiter adoptierte Transcription einer leichten Verbesserung bedarf und die wahre Bedeutung des Wortes „schön wie der Tag, wie das Tageslicht," — ganz ähnlich dem alten deutschen Namen Dagobert, — nicht erkannt ist. Das Wort kehrt wieder bei Spiegel, Einl. II. S. 8 Z. 2 des Pahl.-Textes, ist aber von dem Übersetzer in dem neupers. Stücke, S. 9 Z. 2, irriger Weise روجنی gelesen. Auch Nöldeke, zum Tabari S. 294 unten, erwähnt einen *Roǵweh*, so wie das Patronymicum *Roǵwehan*, beides nach S. 291 Anm. bei armenischen Schriftstellern entstellt. Letzteres wird bei G. Hoffmann, Auszüge aus syr. Akten S. 249, *Rōzvihān* transcribiert. Die neupers. Form — s. v. a. نیک روز oder نیک بخت — kommt vor bei Hamza, p. 138 Gottw., als Vater und Sohn eines pers. Statthalters in Arabien; im Glossar zum Schâhn. bei Turner Macan, IV. p. 2319, als Vazîr des Bahrâm Gór; als Name zweier Zeitgenossen (um das J. 13 der Flucht), von denen einer vielleicht mit dem von Nöldeke erwähnten *Roǵweh* identisch sein mag; den einen, der bei Haçîd gegen die Araber fiel, nennen Tabari II. p. 68 Koseg. und III. p. 340 sq. Zotenb., Ibn al-Aθîr II, 303 ss., Jâqût II. p. 280, 13; den andern Ibn al-Aθîr II, 412, Jâqût IV. p. 28, 14. *Rózbih* war auch der pers. Name des ʿAbdallâh ibn al-Muqaffaʿ, Fihrist I. p. 118, 19; eines andern Schriftstellers desselben Namens wird ebenda p. 305, 6 gedacht. Das Patronymicum wird z. B. bei Bar Hebr., Chron. Syr. p. 101 Bruns, רוזבהאן *Rózbéhân*, also mit

dem neupers. *b* statt *w* geschrieben; einen Délamiten *Rózbihán* nennt auch Mirchond, Bujiden S. 22, 11 Wilken.

Wenn es unter den mit ويه zusammengesetzten Namen nicht leicht einen geben wird, der so oft wiederkehrt, wie der soeben erwähnte, so liegt mir doch von solchen, die auf gleiche Weise gebildet sind, ein langes, durch eine gefällige Mittheilung des Herrn Prof. Wüstenfeld bereichertes Verzeichniss vor, aus welchem wenigstens einige Beispiele hier noch angeführt werden mögen. So zuerst der bei Spiegel, Einl. II. S. 8 Z. 5. 6, vorkommende Name, den die Parsen irriger Weise *âtûnwéh* lesen, der aber *âδarwéh* oder *âδurwéh* zu lesen ist, und auch in der neupers. Übersetzung ebenda S. 9 Z. 6, richtiger ادروه geschrieben wird. Derselbe bedeutet ohne Zweifel s. v. a. „gut (wohlthätig) wie *Âδar* (oder *Âδur*)," der Genius des Feuers. Ihm steht zur Seite der Name خردادبه *Chordâδbih*, „gut wie (der Amschaspand) *Chordâδ*," welchen der Grossvater des rühmlich bekannten und nach ihm gewöhnlich *Ibn Chordâdbeh* genannten arab. Schriftstellers (im dritten Jahrhundert nach der Flucht) führte. Ebenso andere Namen, mit solchen von Genien zusammengesetzt, die bei den Anhängern Zoroasters in hohem Ansehen stehen, wie مهرويه mit *Mithra*, تيرويه mit *Tîr*, auch wohl ماهويه „schön wie der Mond (-Genius)." Ferner Namen wie شاهويه „gut wie der König," شيرويه *Šêrwéh* „trefflich (stark, muthig) wie der Löwe," داذويه „gut wie die Gerechtigkeit." Oder mit Beziehung auf die Familie: بابويه „gut wie der Vater," مادويه „gut wie die Mutter," vielleicht auch im Anschluss an die Namen bekannter Personen, wie z. B. درستويه von درست als Eigennamen, vgl. Ibn Challikân no. 218 Wüstenf. p. 16 Z. 1 no. 219 p. 18 Z. 4; oder mit Rücksicht auf materielle Genüsse سيبويه „gut (oder lieblich) wie ein Apfel," شكرويه „süss wie Zucker," zuckersüss.

Jeder dieser Namen besteht aus zwei rein éränischen Wörtern und zu der Bedeutung des ersten eignet sich das zweite als Prädicat vollkommen. Diese Art der Namengebung war offenbar schon vor der muslimischen Eroberung in Éràn sehr beliebt und auch durch das Eindringen arabischer Elemente wurde die Bildung gleichartiger Karmadhâraja nicht verhindert oder gestört. So finden wir mit arabischen Wörtern als erstem Theil, in strenger Analogie mit den bisher angeführten, Namen wie شمسويه „gut wie die

Sonne;“ عَمّويه und خالويه „gut wie der Onkel;“ رِزْقويه „gut wie die Speise;“ مِسْكويه „gut (duftend) wie Moschus.“ Zahlreich sind auch Beispiele, die sich an arabische Namen geliebter oder verehrter Personen anschlossen. So حَسَنويه (vielleicht mit Beziehung auf 'Alî's Sohn Hasan); so andere, mit den Namen عمر, عباس, بِشْر, حفص, سعد, فضل u. s. w. Zum Theil erscheinen wohl arab. Namen in abgekürzter Gestalt, wie z. B. عبدويه, bei dem etwa ein 'Abdallâh gleichsam Pathenstelle einnahm.

Wahrscheinlich befinden sich unter den Namen mit ويه im ersten Gliede auch solche, die einer anderen Classe, den compositis dependentiae (Tatpuruša) beizuzählen sind. So liesse sich dem Anscheine nach der Name دلويه am natürlichsten erklären durch „gut von Herzen,“ grammatisch unterschieden von einem Bahuvrîhi, dem Sinne nach aber einem solchen sehr nahe stehend, wie „herzensgut = gutherzig.“ Hierhin wird auch der bisher dunkle Name راهويه zu rechnen sein, dessen erster Theil sicherlich so wenig mit der Landstrasse, wo der so Benannte gefunden sein soll, zu thun hat, wie mit der Pilgerreise nach Mekka oder einem anderen Wallfahrtsorte, auf welcher er geboren wäre, wie sich arabische Gelehrte einbilden; s. Ibn Challikân no. 84 Wüstenf. p. 114. Viel eher bezieht sich der Name auf den „Weg,“ arab. طريق, der orientalischen Mystiker, auf den „Weg“ zu Gott: „gut in Ansehung des Weges, auf dem rechten Wege befindlich.“ Die Zusammensetzung wäre derselben Art, wie z. B. unser „sittenrein;“ vgl. dazu Justi's Abhdl. S. 115 sub *f.* 1). Ebenso erklärt sich ganz natürlich der Name نامويه *Nâmwéh* als „gutes Namens,“ d. h. gutes Rufes, und würde sich auch بويه — aus بُو und ويه — als „gutes Geruches,“ gut von Geruch, erklären lassen, wenn nicht Gründe genug vorhanden wären, diesem Namen einen ganz andern Ursprung zuzuschreiben und ihn unmittelbar und ohne Zusammensetzung mit dem Worte *wéh* von dem pers. بوی abzuleiten.

Aus der Zusammensetzung mit dem alten érânischen Worte *wéh* „gut“ würden sich ohne Zweifel noch weit mehr Personennamen mit höchster Wahrscheinlichkeit erklären lassen, wenn wir

eine ausgedehntere Kenntniss des älteren Sprachgebrauches besässen, dem die in den vorderen Gliedern der Composita enthaltenen Bestandtheile entsprechen. Aber die Bedeutung derselben ist uns zum Theil ganz unbekannt, andere sind mehrdeutig und die Unbekanntschaft mit den localen und persönlichen Verhältnissen verhindert ein sicheres Urtheil über den beabsichtigten Sinn; selbst die Richtigkeit der überlieferten Formen nach Schreibart und Aussprache der mit *wéh* verbundenen Wörter ist keineswegs immer gesichert. Alles dies vermag jedoch nicht, die ursprüngliche Gestalt und Bedeutung des zweiten Theils solcher Namen zu verdunkeln, wenn auch bereitwillig zugegeben wird, dass im Verlaufe der Zeit neue Namen hinzukamen, bei deren Bildung man sich des wahren Werthes der Endung *wéh* nicht mehr bewusst war, oder solche nur zum Spott oder Scherz älteren Beispielen nachbildete, wie z. B. خمارويه.

Lässt sich aber das Pahlavî-Wort וֵהּ *wéh* als die alte Grundlage derartiger Namen nicht verkennen, so ergiebt sich auch, dass dieselbe sich in der bei den Arabern üblichsten und bewährtesten Gestalt vollkommen treu wiederspiegelt. Das Fremdwort ist ganz unverändert geblieben; es hat im Anlaut consonantisches *w*, lautbar den durch das *j* angedeuteten Vocal *é*, und am Schlusse lautbares *h*. Die Substanz des Wortes bleibt völlig unberührt von den geringfügigen Zuthaten, welche die Rücksicht auf gewisse Gesetze der alten, durch die Dichter überlieferten, arabischen Sprachform, die zur Schriftsprache geworden ist, unerlässlich machte. Diese veranlasste, dass hinter consonantischem Auslaut des ersten Gliedes eines Compositum vor dem *w* des Wortes *wéh* stets ein Vocal eingeschoben wurde, am richtigsten, wie in anderen zusammengesetzten arab. Namen, ein *ă*. Ferner wurde, da die arab. Schriftsprache Nomina mit consonantischem Auslaute nicht kennt, wie in gewissen ähnlichen Fällen, dem Worte *wéh* in der Schrift und in Versen der leichteste der Vocale, *ĭ*, angefügt, wodurch in diesem Falle auch die Lautbarkeit des *h* vollkommen gesichert wurde. Man vgl. über den Gegenstand Fleischer, Beitr. zur arab. Sprachkunde in den Berichten der Königl. Sächs. Gesellsch. der Wiss. 1863 S. 281 ff. 1874 S. 130 ff., und die Form des himjarischen Ortsnamens ظَفارِ, bei al-Bakrî Wüstenf. II. S. 463, bei Jâqût III, 576. Arabische Flexionsendungen kamen in solchen Fällen nicht zur

Anwendung, oder wurden höchstens von einigen Grammatikern für gestattet gehalten; vgl. Fleischer a. a. O. 1866 S. 300. — Ob nun diese Sachlage berechtige, den arab. Grammatikern (mit Nöldeke, Sasaniden S. 92 Note) Pedanterie vorzuwerfen, möchte doch sehr zweifelhaft sein.

Sowenig wie die Aussprache konnte den Arabern zur Zeit der Unterjochung Érâns auch die eigentliche Bedeutung des so häufig wiederkehrenden Bestandtheils érânischer Personennamen unbekannt geblieben sein, wenn gleich beide späterhin allmählich bei ihnen in Vergessenheit geriethen oder doch nicht in gleicher Weise berücksichtigt wurden, wie früher. Richtige Erkenntniss der bei einer Namenbildung zum Grunde liegenden Vergleichung zeigt sich zwar zuweilen noch bei muslimischen Schriftstellern, z. B. wenn sie مِسْكويه durch خُلْق خوش erklären, d. i. „von guter Art, angenehm von Charakter," der hohen Werthschätzung des Moschus im Orient ganz gut entsprechend; s. die grammatische Einleitung zum Farh. Rašîdî, p. 15 der Calc. Ausg., auch besonders herausgegeben von Splieth, Halle 1846. Ein Stück daraus s. bei Vullers, Gramm. p. 247.

Wo es sich um eine Vergleichung handelt, ist dies auch in verschiedenen anderen Fällen nicht verkannt; so wenn bei dem Namen سيبويه *Sébawéhi* an eine Ähnlichkeit der Wangen mit Äpfeln von rother Farbe und hübschem Aussehen gedacht wird, oder — wenn auch auf Grund einer verfehlten Etymologie — an den angenehmen Duft des Apfels; s. über diesen Namen Ibn Challikân no. 515 Wüstenf. p. 119; Einl. zum Farh. Rašîdî a. a. O. Ebenso wenn نِفْطَويه (oder نَفْتَويه) auf hässliches Aussehen und eine dunkle Gesichtsfarbe bezogen wird (لدمامته وادمته, bei Ibn Chall. no. 11 p. 20) oder auf Schmutz und üblen Geruch (پاچركين وبدبو, Einl. zum F. Raš. a. a. O.). Die eigentliche Bedeutung des zweiten Theils kam in diesem Falle gar nicht oder doch nicht wesentlich in Betracht, da es sich lediglich um eine scherzhafte oder spöttische Nachbildung eines anderen Namens gleicher Bildung handelte. Der Wortsinn wäre, streng genommen, gewesen: „gut wie (die geringere, sog. schwarze Art) Naphtha," d. h. ebenso widerwärtig, wie diese, nach Aussehen oder Geruch. — Bei anderen Namen konnte zwar auch der erste Theil eines Compositum

nicht verkannt werden, nichts deutet aber darauf hin, dass man sich dessen Verhältniss zu dem zweiten Gliede *wéh* klar machte. So wird in dem vorhin angeführten Namen دلويه, bei dem von einer Vergleichung nicht die Rede sein kann, im Qâmûs das persische Wort für „Herz" richtig erkannt, aber eine nähere Erläuterung des damit verbundenen Wortes gar nicht versucht. Wo auch der Sinn des mit *wéh* combinierten Wortes nicht mehr verstanden wurde, wird dies vernünftiger Weise offen eingestanden und auf Erklärung ganz verzichtet; so bei مرزويه, Ibn Challik. no. 76 p. 56.

Dass sich aber jede Kunde von der ursprünglichen selbstständigen Bedeutung des Wortes *wéh* im Laufe der Jahre verlor, sieht man schon aus dem, was vorhin über den Namen *Râhwéh* gesagt wurde. Von den Arabern wurde das für die Zusammensetzung so häufig benutzte Wort meistens als ein einfaches Ableitungssuffix betrachtet, Adjectiva relativa im weitesten Sinne des Wortes bildend, s. die grammatische Einleitung zum Farh. Rašîdî a. a. O. So wenig dies gebilligt werden kann, schon weil sich nirgends sonst wo die Spur eines solchen Suffixes zeigt, wäre die Ansicht doch an sich nicht in dem Masse verwerflich, wie die Meinung des auf dem Gebiete arabischer Sprachforschung berühmten Ganâbî, der das Wort für die arab. Interjection وَيْه hielt, die dem Érânischen fremd ist und hier weder als Ruf zur Ermunterung, noch als Ausdruck des Schmerzes und des Mitleids am Platze wäre; s. Ibn Challik. no. 594 p. 111, Silv. de Sacy, anthol. grammat. p. 41 153 s. Natürlich steht es aber einem arab. Dichter frei, den Gleichklang mit der arab. Interjection zu einem Wortspiel zu benutzen; s. Ibn Chall. no. 11 p. 20, Mehren, Rhetorik der Araber S. 131 unten.

Die Verdunkelung des Ursprungs und wahren Werthes der Endung وِيه in érânischen Personennamen ist aber, wie bei den Arabern, so auch bei den Éräniern selbst eingetreten und steht in engem Zusammenhang mit einer Veränderung in der Aussprache, die sie in den ersten Jahrhunderten nach dem Untergange des Sâsâniden Reiches in Érân vollzogen hat. Dieselbe ist den arabischen Schriftstellern wohl bekannt, s. Ibn Challikân, no. 515 Wüstenf. p. 11 Z. 7 v. u.; sie selbst aber behalten die alte Aussprache *wéh*(i) bei, während die عجم, die Nicht-Araber, speciell die Érânier, das

-oje sprachen. Diese Aussprache wird auch in vocalisierten arab. Handschriften vielfältig ausgedrückt, äusserst selten aber wird man bei den Arabern auf Beispiele dieser jüngeren Gestalt stossen, die über die Aussprache der Schriftsteller selbst keinen Zweifel lassen; so besonders bei den Dichtern und in einem Autographum von Maqrîzî, wie mir de Goeje mittheilte. Sie wird mehr als eine nicht correcte Neuerung angesehen, wie auch die von de Sacy, Anthol. gramm. p. 154 Z. 20 und vorletzte Zeile, aus dem türkischen Qâmûs angeführte Stelle erkennen lässt. Die محدثين („les modernes," wie de Sacy sie nennt), erlauben sich dieselbe. Unbedenklich ist sie freilich, wo es sich um eine Ortsbezeichnung handelt, die mit einem persischen Personennamen in der jüngeren Gestalt zusammengesetzt ist, wie das قصر عبدُويَه in einem Gedichte aus der Zeit des Hârûn oder al-Mâmûn, bei Tabarî III p. 874, 15, auf die ich durch Freundeshand aufmerksam gemacht bin. Dagegen ist es auf keine Weise zu billigen, wenn in einem Verse bei Tha'âlibî, Latâifo-l-ma'ârif, p. 34, 11 bei de Jong, نِفْطُوَيْه, oder gar نِفْطُوَيْهْ gelesen wird, wo ohne Zweifel und in voller Übereinstimmung mit dem Metrum (سريع) نِفْطَوَيْه ganz berechtigt ist. Und nicht weniger wird man im Kitâb al-aghânî (Bûlâq) XVII, 19 Z. 14 (und 24) zu lesen haben: فقال الشبيج سَرْجَوَيْه داء المرء من تحت, was in metrischer Beziehung unanfechtbar ist; dem gegenüber wird sich سَرْجُوَيْهْ mit arab. Femininendung schwerlich rechtfertigen lassen. Wenn sich bei späteren Schriftstellern Beispiele einer ähnlichen Arabisierung finden, wird dieselbe doch immer nur als eine im Grunde misbräuchliche Neuerung anzusehen sein. Übrigens versteht es sich von selbst, dass manche der uns bekannten Namen mit der Endung ويه in Nachbildung der älteren erst in der Zeit entstanden sein mögen, als die Veränderung in der Aussprache bereits eingetreten war; nur werden dergleichen neuere Namen von den arabischen Schriftstellern in lautlicher Beziehung in der Regel nicht anders behandelt sein, als wie die älteren.

Den Hergang bei der Lautveränderung, von der hier die Rede ist, wird man sich etwa in folgender Weise klar machen können. Zunächst ist zu beachten, dass der schwache Hauch des *h* im Aus-

laute eines Wortes, zumal hinter einem langen Vocal wie *é*, in de Aussprache, und in Folge davon dann auch in der Schrift leich eingebüsst wird. Einige Beispiele solcher Verstümmelung des Wo tes *wéh* sind nach Nöldeke's Vorgange bereits vorhin angefüh worden. Nicht weniger leicht aber ging eine Sylbe wie *wé(h)*, al zweites Glied eines zusammengesetzten Wortes bei der Vocalähn lichkeit des *w* in *ŏé* über, ohne dass damit eine Veränderung i der Abtheilung der Sylben beabsichtigt wurde. Durch die in Ér üblichen, eine eigentliche Vocalbezeichnung entbehrenden, semiti schen Schriftarten — Pahlavî- und arab. Schrift — hätte sich auc eine Lautfolge, wie *ŏé*, gar nicht deutlich bezeichnen lassen, un in der Mitte oder am Ende eines Wortes würde die Gruppe immer entweder als *wé* oder als *ói* gelesen worden sein. In ga entgegengesetzter Lage befanden sich die griechisch schreibend Byzantiner, wenn sie die Lautgruppe *wé(h)* wiedergeben sollte sie besassen kein Mittel ein consonantisches *w* auszudrücken u ersetzten dasselbe, wie es am nächsten lag, durch einen vocalisch Laut, in einem Falle, wie der vorliegende, gewöhnlich durch kurzes *o*. Der darauf folgende Vocal *é* verschmolz sich dann d der griechischen Flexionsendung und so entstanden Formen, w Σιρόης, z. B. bei Theophanes I p. 500, 9. 10 der Bonner Aus u. ö.; auch wohl Σειρόης geschrieben, wie im Chron. pasch. p. 730, der Bonner Ausg.; beides gleich ursprünglichem *Šér-wéh*, wob hier die Umwandlung des *é* der ersten Sylbe in *ī* nach neuer persischer Weise nicht in Betracht kommt. Ebenso wird d Name Βινδόης (Theophan. I p. 407, 10 u. ö.) hierher gehören, s بِنْدُويه, und vermuthlich andere Namen mit der gleichen End mehr; es giebt jedoch auch solche, die nicht hieher zu zieh sind, da sie auf einer ganz anderen Grundlage beruhen, wie z. der Name Χοσρόης = *Chusraw*. — Aus dem hier Gesagten ergi sich, dass die griechischen Formen dieser Art nicht geeignet sin die Unrichtigkeit der Aussprache *wéh(i)* bei den Arabern zu weisen, wie de Lagarde meinte, Abhandl. 228, 30.

Während die entschiedene Annäherung des consonantisch Lautes von *w* an den vocalischen immer nur eine scheinba Änderung der Sylbenabtheilung zur Folge hatte, trat eine solc Umgestaltung in den érânischen Namen auf *wé(h)* erst mit de Übergange aus *ŏé* in *ôi* wirklich ein. Diesen bewirkte allem A

scheine nach der unmittelbare Anschluss des vocalischen Lautes an den Schlussconsonanten der vorhergehenden Sylbe nach der ērânischen Aussprache; ausserdem begünstigte ihn die Beschaffenheit der ērânischen Schriftarten eher, als dass sie ihn hätte verhindern können. Mit dieser veränderten Aussprache begegnen uns nun in Firdósi's Schâhnâme verschiedene ērânische Namen, ausgehend auf وی, die hierher gehören und über deren Ausgang auf Sylben von dem Masse als ⏑– kein Zweifel obwalten kann. Dergleichen sind z. B. شیروی *Šérói*, I, 96, 7 u. ö. (Vullers), IV (T. Macan) 1991, 12. 2026 u. ö. کاکوی I (Vull.) 119, 4 جوانوی III (T. Macan) 1477, antep. u. ö. ماهوی IV (T. Macan) 2073 ss. Auch die Aussprache mit langem *ó* ist durch den Reim an verschiedenen Stellen gesichert, wie z. B. I (Vull.) 125, 3 IV (T. Macan) 1477, antep.

Diese Phase des Lautwandels mag schon mit der beginnenden Verdunkelung des Verständnisses zusammenhängen. Sie spiegelt sich wieder in der bei den syrischen Schriftstellern üblichen Form solcher Namen auf ܝ, mit der Aussprache *ói*, und kommt bei ihnen frühzeitig vor, was ganz begreiflich ist, da die Bedeutung in der Zusammensetzung für sie gleichgültig war; sie hielten sich lediglich an das, was sie mit dem Ohr vernahmen. Auch bei den Byzantinern finden wir neben Σιρόης noch die Schreibart Σιρώης.

Dies ist aber nicht die letzte Einbusse, die das alte ērânische Wort *wéh* in den zusammengesetzten Namen erlitten hat. Indem auch noch das auslautende *i* der zuletzt erwähnten Formen abgeworfen wird, reducirt sich der Lautbestand auf ein blosses *ó*, welches sich an den Schlussconsonanten des ersten Gliedes anlehnt. So liest man häufig im Schâhnâme شیرو *Šéró*, zweisylbig. Dieselbe Art der Abkürzung kehrt bekanntlich im Neupers. in vielen auf ـوی- ausgehenden Wörtern wieder.

Im Gegensatze zu solcher Verstümmelung steht die Rückkehr zu der alten Schreibweise ויה, aber mit einer veränderten Aussprache, die sich dem *ói* nähert; sie lautet *ója*. Durch eine solche Verschmelzung wird das *i*, um sich zum Träger des Vocals einer zweiten Sylbe zu eignen, in den Consonanten umgewandelt, dessen Werth ihm früher gar nicht zukam. Im Schâhnâme, dem das Sylbenmass nicht widerstrebte, kommt die Bildung auf *ója* doch nur selten vor, wie z. B. II. p. 1061, 3 (T. Macan), womit zu vgl.

I. (Vull.) 100 Not. 6. Ob es nothwendig war, hier *ôje* (statt *ôî*) zu schreiben, möchte wohl fraglich sein. — Auch die Griechen scheinen der Änderung gefolgt zu sein, wenn sich neben Σιρόης (und Σιρώης) die Variante Σειροΐης findet, z. B. Chron. Pasch. I. 730, 2 Bonn u. ö. Das Auffällige, welches diese an sich wenig natürliche Umgestaltung der Aussprache haben muss, erklärt sich vielleicht am besten auf folgende Weise. Bei dem Übergange des alten érân. Wortes *wéh* in die neuere, der sich mehr und mehr ausbreitenden neupersischen Sprache eigne Form به folgten die mit *wéh* zusammengesetzten Eigennamen nur zum kleinen Theil, und zunächst wohl nur in der Persis selbst, dieser Verwandlung des alten Worts. Meistens wurde bei ihnen, in denen die Bedeutung des zweiten Theils immer weniger gefühlt wurde, die ältere Form beibehalten und in der Folge unter dem Einfluss der längere Zeit hindurch unverändert gebliebenen Schrift die sich leicht darbietende Aussprache *-ôje* — im unmittelbaren Anschlusse an den ersten Theil des Namens — veranlasst. Wenn arabische Schriftsteller das zweite Glied von Namen auf *wéh* auch wohl durch ein blosses î oder ـِيـ- vertreten lassen, so darf dies nicht als eine rein lautliche Umwandlung angesehen werden; den schweren Laut des *ô* zu verdrängen, wird das î unter allen Umständen zu schwach sein. Auch steht diese Veränderung in gar keiner speciellen Beziehung zu den Formen auf *wéh*. Sie ist gleich anwendbar auf zusammengesetzte Namen mit anderen Bestandtheilen, sofern auf deren vollständige Anführung kein besonderes Gewicht zu legen ist und die richtige Beziehung des Namens nicht durch die Abkürzung gehindert wird. An die Stelle des zweiten Wortes in der Zusammensetzung ist hier nur ein überaus übliches Ableitungssuffix getreten. Ein Beispiel bei Tabarî I. 859, 4 edit. Leid. hat Nöldeke veranlasst, Sâsan. S. 92 Note, diesen Punct zu berühren; derselbe dehnt jedoch seine Auffassung, von der hier nicht wesentlich abgewichen wird, auch auf die vorhin anders beurtheilten Ausgänge auf *ôïe*, *ôë*, *ôi*, aus; eine Ansicht, gegen welche durch den gesammten Inhalt der vorstehenden Erörterung Einsprache erhoben wird.

23. Juni. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Siemens las:

Über Beiträge zur Theorie des Elektromagnetismus.

Veranlassung zu dieser Untersuchung gab mir die Frage, welchen Einfluss auf die Grösse der Magnetisirung der im Eisen eines Elektromagnetes bereits vorhandene oder gleichzeitig in ihm in einer anderen Richtung durch äussere Kräfte hervorgerufene Magnetismus ausübt.

Die Ampère'sche Theorie verlangt die Annahme eines solchen Einflusses, wenn man mit Wilhelm Weber annimmt, dass der Magnetismus, in Übereinstimmung mit Müller's Versuchen, in den magnetischen Körpern stets vollständig, aber in einer begrenzten Menge vorhanden ist. Giebt es aber nur eine begrenzte Zahl von Elementarmagneten oder von sie ersetzenden Solenoiden im Eisen, so kann eine magnetisirende oder richtende Kraft nicht dieselbe Wirkung haben, wenn eine auf ihr senkrecht stehende Richtkraft gleichzeitig auf die Elementarmagnete drehend einwirkt. Es ergiebt sich dies für das Maximum der Magnetisirung ohne Weiteres aus der Betrachtung, dass man zwei gleichzeitig auf eine Eisenmasse wirkende Kräfte, die dieselbe in zwei senkrecht auf einander stehenden Richtungen zu magnetisiren bestrebt sind, immer durch eine dritte in der Richtung und Stärke der Resultante dieser Kräfte wirkende Kraft ersetzen kann. Die Magnetisirung der Eisenmasse wird daher im Sinne der Resultante der magnetisirenden Kräfte erfolgen und wird in dieser Richtung ihr Maximum erreichen. Das magnetische Moment der in der Richtung dieser Resultante gerichteten Elementarmagnete muss daher in der Richtung der wirksamen, hier als gleich gross angenommenen Kräfte $\sqrt{\frac{1}{2}}$ betragen. Es muss dies wenigstens dann der Fall sein, wenn der magnetisirte Eisenkörper eine Kugel ist und das Maximum der Magnetisirung in der Richtung der Componente der Kräfte wirklich erreicht wird. Für Eisenmassen mit verschiedenen Dimensionen complicirt sich diese Betrachtung durch die Verschiedenheit der gegenseitigen Verstärkung des Magnetismus, welche die magnetisirten Eisenmoleküle auf einander ausüben, worauf ich später zurückkommen werde.

Durch Versuche ist diese Folgerung aus der Ampère-Weberschen Theorie bisher meines Wissens noch nicht bestätigt. Es hat dies zum Theil wohl darin seinen Grund, dass der Vorgang der Magnetisirung der magnetischen Körper überhaupt noch nicht in allen Richtungen aufgeklärt ist, wodurch die experimentelle Entscheidung einer bestimmten Frage sehr erschwert wird, zum Theil bei dieser speciellen Frage aber darin, dass es schwer fiel, den störenden Einfluss der starken magnetisirenden Kräfte selbst auf die Messung eines bestimmten magnetischen Momentes des Eisens zu eliminiren. Um dies zu erzielen, war es nöthig, besonders geformte Elektromagnete in Anwendung zu bringen, bei denen sowohl die magnetisirende Kraft, wie der von ihr im Eisen erzeugte Magnetismus der einen Richtung ohne Einfluss auf die Angaben des Messapparates blieben, mit dem die Magnetisirung in einer anderen Richtung gemessen wurde.

Diese Bedingung wird erfüllt durch ein gerades Eisenrohr, welches mit der Axe parallel laufenden, isolirten Drähten derart umwunden ist, dass die äussere und die innere Wandfläche des Rohres gleichförmig mit parallelen Drähten bedeckt sind. Eine solche longitudinale Umwindung — wie sie bei dem in der Elektrotechnik vielfach benutzten Pacinotti'schen Ringe zur Verwendung kommt — bewirkt, wenn sie von einem elektrischen Strome durchlaufen wird, in allen ihren Theilen eine Magnetisirung der Rohrwand im Sinne der Tangenten des Rohres, so dass das Rohr einen in sich selbst geschlossenen Ringmagnet darstellt. Wie Kirchhoff[1]) nachgewiesen hat, übt ein solcher, in sich geschlossener Ringelektromagnet keine Wirkung nach aussen aus. Für die Axe des Eisenrohres ergiebt sich dies auch schon aus der Betrachtung, dass alle Theile der Rohrwand, sowie die longitudinalen Windungen symmetrisch zu der Axe liegen und dass die magnetische Fernwirkung entgegengesetzt liegender Windungen und magnetisirter Eisentheile sich in Bezug auf sie aufhebt. Umgiebt man nun das longitudinal umwickelte Eisenrohr mit einer zweiten äusseren, transversal gewickelten Spirale, welche, von einem Strome durchlaufen, das Eisenrohr im Sinne der Axe des Rohres magnetisirt, so ist die Summe der magnetischen Momente der Spirale und des Eisenrohres in dieser Richtung an einem in der Axe des Rohres auf-

[1]) Poggendorff's Annalen Ergänzungsband 5, S. 1.

gestellten Spiegel-Magnetometer zu messen, während ein Strom durch die longitudinalen Windungen und der durch sie hervorgerufene tangentiale Magnetismus der Rohrwand ohne Einfluss auf das Magnetometer bleiben.

Bei den Versuchen wurde ein Eisenrohr von 15^{mm} innerem Durchmesser, 150^{mm} Länge und 3^{mm} Wandstärke benutzt, welches mit 36 longitudinalen Windungen von 1^{mm} dickem Kupferdrahte versehen war. Das longitudinal umwundene Rohr wurde in eine Drahtspirale aus 328 Windungen gleichen Drahtes von 100^{mm} Länge gesteckt. Das Rohr ragte etwa 25^{mm} auf beiden Seiten aus der Spirale heraus. Die Wirkung der Spirale auf das Galvanometer wurde durch eine zweite, von der ersteren entfernten Spirale compensirt, welche eine Verlängerung des Drahtes der ersteren bildete, so dass beide Spiralen stets von demselben Strome durchlaufen wurden.

Wurde nun das so umwundene Eisenrohr senkrecht zum Meridian in die Richtung nach einem Magnetometer mit aperiodisch schwingendem Glockenmagneten gebracht und ein Strom von etwa 10 Bunsen-Elementen durch die äussere Spirale *B* geschickt, so gab das Magnetometer einen Scalenausschlug, der ein Maass des im Sinne der Axe des Rohres erzeugten Magnetismus bildete. Es wurde demnächst nach einander eine Batterie von 1 bis 8 Elementen gleichzeitig in die innere (longitudinale) Spirale *A* eingeschaltet. Die Ablenkung des Magnetometers verminderte sich in Folge dessen, und zwar nahm diese Verminderung mit der Verstärkung der Batterie in der longitudinalen Spirale zu.

Die Versuche wurden so angestellt, dass erst die Ablenkung des Magnetometers bei Einstellung der Batterie in die äussere (transversale) Spirale ohne Strom in der longitudinalen Spirale abgelesen, dann nach einander stärkere Batterien in die longitudinale Spirale eingeschaltet und die dann erfolgenden Ablenkungen beobachtet wurden:

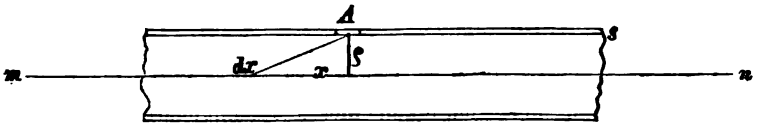
Tabelle 1.

Elemente in *A*	Elemente in *B*	Strom in *A*	Strom in *B*	Ablenkung des Magnets
0	10	0	158	372
1	10	67	158	364
2	10	117	156	353
4	10	195	155	336
8	10	340	155	308
0	10	0	154	366
8	10	338	152	306
0	10	0	151	365
0	0	0	0	0

Wie hieraus ersichtlich, nahm der dem Strom in *B* entsprechende Ausschlag des Magnetometers während der Versuche ab, was offenbar von der gleichzeitigen Abnahme des Stromes in *B* herrührt. In Curve 1 sind diese Versuche auf gleich starken Strom in *B* reducirt aufgezeichnet (Abscisse: Stromstärke in *A*, Ordinate: Ausschlag des Magnetometers).

Es ist hierdurch nachgewiesen, dass der durch eine magnetisirende Kraft in einer Eisenmasse erzeugte Magnetismus kleiner wird, wenn gleichzeitig durch andere Kräfte eine Magnetisirung derselben in einer senkrecht auf ihr stehenden Richtung stattfindet. Die Umkehr der Stromrichtung in der longitudinalen Spirale bleibt dabei ganz ohne Einfluss auf die Grösse der Ablenkung.

Der Ringmagnetismus nähert sich schon bei verhältnissmässig schwachen Strömen seinem Maximum. Es rührt dies einmal davon her, dass die magnetisirende Gesammtwirkung eines von Eisen ganz umgebenen, von einem elektrischen Strome durchlaufenen Drahtes eine sehr viel grössere ist, als wenn derselbe Draht um einen Eisenstab gewunden ist, und ferner von der bedeutenden verstärkenden Wirkung, die der Ankerschluss in einem kurzen Magnete auf den Magnetismus ausübt. Die magnetisirende Wirkung eines, der Einfachheit wegen als unendlich lang angenommenen, mit der Cylinderaxe zusammenfallenden Drahtes lässt sich durch eine einfache Rechnung bestimmen.



Es sei A ein Eisenrohr von der Länge l, dem mittleren Halbmesser ρ und einer geringen Wandstärke s. Es sei ferner mn die Axe des Rohres, welche mit der eines geraden unbegrenzt langen Leiters mn zusammenfällt. Das Stromelement dx wird dann auf einen in der Röhrenwand liegenden Eisenkörper von den Dimensionen $\rho.d\alpha$, s und dl eine magnetisirende Kraft im Sinne der Tangente des Rohres ausüben, welche ausgedrückt wird, wenn mit i die Stromstärke und mit α der Peripheriewinkel bezeichnet wird, durch:

$$i.dx\frac{\rho}{\sqrt{\rho^2+x^2}}\cdot\frac{\rho.d\alpha}{x^2+\rho^2}\cdot s.dl$$

oder für den ganzen Ring durch

$$2\pi.s.i\frac{\rho^2}{(x^2+\rho^2)^{\frac{3}{2}}}\cdot dx.dl\,.$$

Der Magnetismus des ganzen Ringes im Sinne seiner Peripherie ist dann

$$2\pi si.dl\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\rho^2.dx}{(x^2+\rho^2)^{\frac{3}{2}}}=4\pi si.dl$$

und da auf alle Ringe der ganzen Rohrlänge dieselbe Wirkung stattfindet, hat der Magnetismus des ganzen Rohres von der Länge l den Werth

$$M=4\pi l.s.i\,.$$

Da der Werth von ρ in diesem Ausdrucke nicht mehr vorkommt, so ist der Durchmesser des Rohres auf die Grösse des

erzeugten Magnetismus ohne Einfluss. Der in der Eisenwand eines Rohres durch einen centralen unbegrenzten Leiter erzeugte Gesammtmagnetismus ist daher unabhängig von dem Durchmesser des Rohres und direct proportional seiner Länge und seiner Wandstärke.

Zur Prüfung der Richtigkeit dieses Rechnungsresultates wurden 3 Eisenröhren von gleicher Länge, aber verschiedener Wandstärke und verschiedenem Durchmesser angefertigt, und jedes der Rohre mit zwei longitudinalen Spiralen versehen. Die primäre Spirale bestand bei jedem Rohre aus 90, die secundäre aus 30 Windungen. Durch die primäre Spirale wurden Ströme wechselnder Richtung geschickt und der in der secundären Spirale durch die Umkehr des Magnetismus erzeugte inducirte Strom durch den Ausschlag des Spiegelgalvanometers gemessen. Die Dimensionen der Eisenrohre *a*, *b* und *c* von 100 mm Länge waren

	Lichtweite mm	Wandstärke mm
a)	10,8	2,3
b)	11,0	4,5
c)	17,5	4,5.

Die Resultate der Versuche sind in Tab. 2 und den zugehörigen Curven der Tafel enthalten; in den Curven ist die Stromstärke Abscisse, der Magnetismus Ordinate. Wie aus dem Diagramm I ersichtlich, in welchem die horizontalen Abscissen die gemessene Stromstärke, die verticalen die durch die zugehörigen Inductionsspiralen erzeugten Ausschläge bedeuten, ist der durch diese gemessene Magnetismus der Wandstärke ziemlich proportional, während die grössere lichte Weite zwar einen vermindernden Einfluss ausübt, der aber nicht bedeutend ist und durch die Art der Messung seine Erklärung findet. Genaue Übereinstimmung liess sich bei diesen Versuchen aus dem Grunde nicht erwarten, weil die Beschaffenheit des Eisens bei Elektromagneten einen wesentlichen Einfluss ausübt.

Es ist bisher nur die directe magnetisirende Wirkung, welche ein mit der Ringaxe zusammenfallender Strom auf das Eisenrohr ausübt, in Betracht gezogen, nicht die verstärkende Wirkung, welche die durch den Strom aus ihrer Gleichgewichtslage im Sinne

der Magnetisirungsrichtung abgelenkten Elementarmagnete oder Solenoide auf einander ausüben und dadurch den Magnetismus vermehren. Es ist schwer, sich von dieser verstärkenden Molekularwirkung, welche eine so wesentliche Rolle bei den elektromagnetischen Erscheinungen bildet, Rechenschaft zu geben, wenn man an der Ampère-Weber'schen Anschauung festhält, dass die Molekularmagnete mit gleichmässigem Abstande ihrer Mittelpunkte in allen möglichen Richtungen gelagert sind. Es ist auch kaum denkbar und meines Wissens auch niemals nachzuweisen versucht, dass bei dieser Annahme die Wirkung der beliebig geformten Grenzschichten des Körpers ganz ohne Einfluss blieben und an keiner Stelle eines nicht magnetisirten Eisenkörpers eine Fernwirkung der Molekularmagnete auftreten könne. Diese Schwierigkeit wird gehoben und gleichzeitig eine leicht übersichtliche Erklärung für viele elektromagnetische Erscheinungen gewonnen, wenn man die Ampère-Weber'sche Theorie durch die Annahme modificirt, dass jedes Eisen-Molekül aus zwei einander mit entgegengesetzten Polen nahe gegenüberstehenden Elementarmagneten besteht, die zusammen in jeder Richtung frei und ohne Arbeitsaufwand drehbar sind, während jedes Molekularmagnetpaar durch äussere magnetisirende Kräfte in ähnlicher Weise auseinander gedreht wird, wie es mit einem astatischen Nadelpaare der Fall sein würde, wenn die Magnet-Nadeln sich einzeln in ihren parallelen Schwingungsebenen drehen könnten. Wird der Abstand der Elementarmagnete von einander als klein dem Abstande der gepaarten Moleküle gegenüber angenommen, so kann eine Fernwirkung der nicht durch äussere Kräfte magnetisirten Eisenmasse auch an den Grenzflächen des Körpers nicht eintreten. Tritt dagegen eine richtende äussere Kraft auf, so muss dieselbe die beiden Elementarmagnete der gepaarten Eisenmoleküle in verschiedenem Sinne drehen, so dass alle Nordpole der einen, alle Südpole der entgegengesetzten Richtung zugewendet werden. Wenn keine Wirkung der so magnetisirten Eisenmoleküle auf einander stattfände, so müsste das Kräftepaar, welches als magnetisirende Kraft die Elementarmagnete eines Moleküls aus einander zu drehen bestrebt ist, gleich der Kraft sein, mit der die aus ihrer Ruhelage getriebenen Elementarmagnetpole der Drehung entgegen auf einander wirken. Es findet aber ausserdem eine gegenseitige Anziehung zwischen den entgegengesetzten Polen aller so gerichteten Elementarmagnete und eine Abstossung zwischen allen

gleichen Polen statt, deren Resultante eine Verstärkung der durch die magnetisirende Kraft direct erzeugten Drehung ergiebt. Diese verstärkende Wechselwirkung findet nur in der Richtung der Magnetisirung statt, da die Wechselwirkungen neben einander liegender Molekularmagnetgruppen sich ausgleichen. Die Erscheinung der Remanenz des Magnetismus oder der magnetischen Coërcitivkraft sowie die Erwärmung der Elektromagnete durch häufigen schnellen Polwechsel verlangen ferner die Annahme, dass sich der Drehung der Elementarmagnete gegeneinander ein Reibungswiderstand entgegensetzt, während die gepaarten Moleküle sich, wie angenommen, widerstandslos in jeder Richtung drehen können. Dieser Reibungswiderstand begrenzt die gegenseitige Verstärkung der Drehung der Elementarmagnete und verhindert andererseits das vollständige Verschwinden des Magnetismus nach Aufhören der äusseren magnetisirenden Kraft.

Durch Annahme dieser Modification der Ampère-Weberschen Theorie finden manche bisher unklare magnetische Erscheinungen ihre einfache Erklärung. Es muss nach ihr der Magnetismus eines Eisenstabes, auf dessen sämmtliche Moleküle eine gleich magnetisirende Kraft ausgeübt wird, mit der Länge des Stabes so lange zunehmen, bis ein Gleichgewichtszustand zwischen allen Drehungs- und Reibungsmomenten sämmtlicher im Ringe der Magnetisirung vor einander liegenden Molekularmagnete eingetreten ist.

Es muss die Mitte des Stabes daher am stärksten magnetisirt werden und hier am ehesten eine Annäherung an das Maximum der Magnetisirung eintreten. Es muss ferner ein dünner Stab durch gleiche auf ihn einwirkende Kräfte stärker magnetisirt werden, sich also auch früher dem Maximum der Magnetisirung nähern wie ein dicker, da beim dünnen Stabe alle verstärkend auf einander wirkenden Molekularmagnete mehr direct hinter einander liegen, die Gesammtwirkung daher grösser sein muss. Da die Moleküle der Endflächen der Elektromagnet-Stäbe nur der den Magnetismus verstärkenden Wirkung der Molekularmagnete von einer Seite ausgesetzt sind, so muss der Magnetismus der Endflächen kurzer Stäbe gleich sein der Hälfte des Magnetismus der Mitte des Stabes + der directen Magnetisirung durch die magnetisirende Kraft. Dass diese letztere directe Drehung klein ist im Vergleich mit der der gegenseitigen Verstärkung, folgt aus der starken Magnetisirung kurzer geschlossener Ring- oder Hufeisen

magnete durch schwache magnetisirende Kräfte. Bei einem solchen in sich geschlossenen Ringmagnete muss die Magnetisirung eines jeden Querschnittes des Ringes sich verhalten, wie die des Querschnittes durch die Mitte eines sehr langen Magnetstabes, da im Ringe die verstärkende Wirkung ebenso wie die äussere magnetisirende in jedem Querschnitte dieselbe ist. Die Grösse der Magnetisirung eines geschlossenen Ringmagnetes wird daher einmal durch das Maximum der Magnetisirbarkeit des Eisens und zweitens durch die Summe der Reibungswiderstände der Molekularmagnete des ganzen Kreises bedingt. Bei gleicher magnetisirender Einwirkung auf alle Molekularmagnete durch äussere Kräfte muss daher die verstärkende Wirkung mit der Länge des zum Ringe gebogenen Eisens abnehmen. Es musste daher auch bei den oben beschriebenen Versuchen das weitere Rohr *c* durch gleiche magnetisirende Kräfte einen geringeren Magnetismus annehmen wie das engere Rohr *b* von gleicher Wandstärke. Wie schon aus den oben mitgetheilten Versuchen sich ergiebt und durch die späteren sich noch bestimmter herausstellen wird, genügt schon ein verhältnissmässig schwacher Strom in der magnetisirenden Spirale, um den Ringmagnetismus der Maximalmagnetisirung zu nähern. Es muss mithin die gegenseitige Verstärkung des Magnetismus der Molekularmagnete die directe Magnetisirung durch die äussere magnetisirende Kraft bedeutend überwiegen. Es wird dies auch durch die Thatsache bestätigt, dass eine dünne Eisenscheibe, die auf die Polfläche eines starken Magnetes gelegt wird, von diesem nicht merklich angezogen wird, wenn die Ränder der Scheibe nicht über die Polflächen hinausragen, dass aber sofort eine starke Anziehung eintritt, wenn ein Theil der Eisenplatte über den Rand der Polfläche hinausragt.

Ein Widerspruch gegen diese Anschauung schien darin zu liegen, dass die Tragkraft von geschlossenen Hufeisenmagneten nach einigen Beobachtern mit dem Quadrat des Magnetismus, nach anderen wenigstens in einem viel höheren Verhältnisse, wie der Magnetismus selbst, zunehmen soll. Wie aus den folgenden Versuchen sich ergiebt, ist die Tragkraft eines kurzen Ring- oder Röhrenmagnetes aber nahe direct proportional dem durch Induction gemessenen wirksamen Magnetismus. Dass dies der Fall sein muss, ergiebt sich aus der Betrachtung, dass die magnetische Anziehung zweier unendlich naher Querschnitte des Ringes der Summe

der gegenseitigen Anziehung aller magnetisirten Molekularmagn auf beiden Seiten der Schnittfläche gleich sein muss, dass di Summe aller anziehenden Kräfte aber auch als der im Ringq schnitte thätige Magnetismus zu betrachten ist. Die abweichend Beobachtungen werden durch zu grosse Länge des magnetisch Kreises, durch unvollkommene Berührung der Anker- und Magn flächen und durch zu geringe Grösse der Berührungsflächen erklären sein.

Es wurde ein Röhrenmagnet von 10,8 mm lichter Weite, 2,3 Wandstärke und 150 mm Länge so hergerichtet, dass er durch ei durch die Rohraxe gehenden Schnitt in zwei Halbcylinder get wurde. Die Röhrenhälften wurden sorgfältig auf einander schliffen und jede mit einer Hälfte der beiden Drahtspiralen wunden. Durch passende Vorrichtungen konnte nun das Gew bestimmt werden, welches erforderlich war, um die Röhrenhäl auseinander zu reissen und gleichzeitig der in der Inductions rale bei der Trennung entstehende Inductionsstrom gemessen w den. In der folgenden Tabelle 2 enthält die erste Verticalsp die Stromstärke der Magnetisirungsspirale, die zweite den b Abreissen entstehenden inducirten Strom, die dritte die Abr gewichte in Kilogrammen, die vierte den Quotienten der Za der beiden letzten Spalten. Diese Quotienten der vierten Sp sollten alle gleich sein, wenn die Tragkraft dem thätigen Mag tismus direct proportional war. Wie ersichtlich finden beträchtli Abweichungen statt und die Quotienten nehmen mit steigen Stromstärke etwas ab. Es kann dies aber auch der grösse Zusammenpressung der Schnittflächen, der Verbiegung und an ren mechanischen Ursachen zugeschrieben werden.

Tabelle 2.

a) Eisenrohr I.

Wandstärke = 2,3 mm; Lichtweite = 10,8 mm.

Primärer Strom	Secundärer Strom	Abreiss-Gewicht in Kilogr.	Secundärer Strom / Gewicht
23.0	30.2	10.3	2.92
32.4	39.4	12.6	3.11
44.4	44.0	14.2	3.10
51.6	49.5	16.5	3.00
69.0	53.7	17.0	3.16
133.8	61.1	20.8	2.94
195.0	63.6	23.5	2.71
248.0	66.3	27.3	2.43
296.0	68.2	28.5	2.39
343.0	69.5	31.5	2.21
297.0	68.7	28.5	2.41
241.0	66.6	26.5	2.51
190.0	65.7	26.2	2.51
131.0	58.5	24.8	2.36
68.2	55.0	17.0	3.24
52.2	51.2	17.2	2.98
41.6	47.0	15.0	3.13
30.8	40.5	12.5	3.24
19.6	27.9	9.7	2.89

b) Eisenrohr II.

Wandstärke = 4,5 mm; Lichtweite = 11 mm.

17.0	44.7	11.6	3.85
31.0	78.1	20.1	3.89
41.0	86.5	25.0	3.46
68.0	101.1	61.0	1.66
69.0	100.8	59.8	1.68
40.0	87.3	28.3	3.08
22.0	65.0	17.5	3.71

c) Eisenrohr III.

Wandstärke = 4,5^{mm}; Lichtweite = 17,5^{mm}.

Primärer Strom	Secundärer Strom	Abreiss-Gewicht in Kilogr.	Secundärer Strom / Gewicht
24.0	38.9	10.5	3.70
36.6	63.3	24.3	2.60
47.0	75.0	34.2	2.19
68.0	89.1	41.2	2.16
140.0	104.0	53.3	1.95
140.0	103.6	51.5	2.01
71.0	91.2	38.3	2.38
50.4	81.3	32.0	2.54
37.2	69.5	27.3	2.54

Eine zweckmässigere Form ist diesem Röhrenmagneten durch zu geben, dass das Eisenrohr zum Kreise gebogen wird. Ist der von Eisen rings umschlossene ringförmige Hohlraum mit einer passend gewickelten Drahtspirale ausgefüllt, nachdem das kreisförmige Rohr durch einen Schnitt durch die grösste Ringebene in zwei gleiche Halbringe getheilt und dadurch das Einlegen der Drahtspirale ermöglicht ist, so wird man ohne grossen Fehler auf diesen ringförmigen Rohrmagnet die oben entwickelte Formel für die Magnetisirung und die Tragkraft anwenden können, wenn der Radius des Ringes nicht zu klein ist.

Die Tabelle 3 giebt die mit einem solchen ringförmigen Röhrenmagnete angestellten Abreissversuche.

Tabelle 3.

Anzahl der Elemente	Primärer Strom	Secundärer Strom	Abreiss-Gewicht in Kilogr.	Secundärer Strom / Gewicht
1	20.5	50.4	31.5	1.6
2	46	58.4	42.3	1.4
3	52	63.8	46.8	1.6
4	68	69.6	47.5	1.5
5	82	71.5	49.2	1.5
6	93	72.7	51.4	1.4
8	116	73.9	57.8	1.3
10	139	76.0	58.5	1.3
20	183	77.4	65.2	1.2
4	65	69.0	49.3	1.4
3	51	66.0	45.3	1.5
2	34	61.3	37.8	1.6
1	18	52.6	29.4	1.8
1 geschl.	12	46.0	24.9	1.7
»	8.3	38.3	18.0	2

Die beiden gleichen ringförmigen Eisenschalen, welche, aufeinander gelegt, den Röhrenmagnet bilden, waren gut aufeinander geschliffen. An jeder Schale war ein messingener Bügel befestigt, mittelst deren die Magnetschalen auseinander gerissen werden konnten. Die Spirale bestand aus 360 Windungen übersponnenen Kupferdrahtes von 0,5 ^{mm} Dicke und 8,7 Einheiten Widerstand. Der innere Durchmesser derselben betrug 62 ^{mm}, der äussere 81 ^{mm}, ihr Querschnitt war mithin ein Kreis von 86 ^{mm} Durchmesser. Die Wandstärke der Eisenschalen betrug 2 ^{mm}. Zur Messung des im Röhrenmagnet entwickelten Magnetismus waren 50 Windungen feinen isolirten Drahtes mit der Drahtspirale zusammen aufgewickelt, so dass diese aus der beschriebenen Hauptspirale und einer Nebenspirale bestand, die von einander isolirt waren. Haupt- und Nebenspirale waren mit der oberen Eisenschale fest verbunden, so dass die untere Eisenschale den abzureissenden Anker bildete. Die Bewegung nach dem Abreissen war durch eine durch

den Ring hindurchgehende, am Bügel der unteren Ringschale befestigte Stange mit Anschlag auf einige Millimeter begrenzt.

Es wurde nun ein stark gedämpftes Spiegelgalvanometer durch einen passend eingerichteten Commutator in der Weise mit den beiden Spiralen verbunden, dass man bei der einen Commutatorstellung mit Hülfe einer Nebenschliessung der Hauptspirale die Stromstärke der letzteren, bei der anderen den beim Abreissen in der Inductionsspirale inducirten Strom messen konnte. Das Abreissen geschah in der Weise, dass der untere Theil der an dem Ankerbügel befestigten Stange ebenfalls mit einem Ansatze versehen war, welcher gestattete, scheibenförmige Bleigewichte mit Einschnitten, die bis zur Mitte der Scheiben reichten, auf die Stange zu schieben, die dann durch den Ansatz festgehalten wurden. War durch Ansetzen der nöthigen Anzahl solcher Gewichte die Tragkraft des Magnetes annähernd äquilibrirt, so wurde eine ebenfalls an der Tragstange des Ankers befestigte Federwage langsam angezogen und das von ihr im Augenblicke des Abreissens angezeigte Gewicht notirt, während ein anderer Beobachter den Ausschlag des Spiegelgalvanometers beobachtete, welcher den beim Abreissen in der Inductionsspirale erzeugten Strom angab. Dieser Ausschlag ist ein Maass des beim Abreissen des Ankers im Magnete verschwundenen Magnetismus, also auch ein Maass der Verstärkung des Magnetismus durch den Ankerschluss. Um den ganzen vor dem Abreissen im Magnete vorhandenen wirksamen Magnetismus zu erhalten, muss man den Ausschlag hinzuzählen, der bei Unterbrechung des magnetisirenden Stromes eintritt, nachdem von demselben der durch die Induction der Hauptspirale selbst auf die Inductionsspirale bedingte Ausschluss abgezogen ist. Diesen Zahlen sind die Abreissgewichte annähernd proportional. Die Abweichungen erklären sich genügend dadurch, dass auch bei geöffneter Kette noch Magnetismus im Eisen des Magnetes zurückbleibt, sowie durch die trotz sorgfältiger Aufschleifung doch immer noch unvollkommene Berührung aller Eisenmoleküle beider Seiten der Schnittfläche an einander. Die Berührung muss um so vollständiger werden, je stärker der Druck der Flächen auf einander ist.

Wie sich aus der Tabelle ergiebt, ist die beobachtete Maximaltragkraft 65,2^{kg}. Das aus dem Ansteigen der Tragkraft zu berechnende Maximum der Tragkraft würde etwa 75^{kg} sein. Das Gewicht der zum Ringe gebogenen Eisenröhre betrug 192,54^{g}, das

Gewicht der Drahtspirale 130^{g}. Ein Gramm Eisengewicht (Magnet und Anker zuammen gerechnet) trug daher 323^{g}, und bei obiger Annahme für das Maximum des Magnetismus war die Tragkraft das 390fache des Gesammtgewichtes des Eisens.

Mit dem beschriebenen Apparate wurde darauf die Veränderung vorgenommen, dass er mit 12 äusseren Drahtrollen versehen wurde, die getheilt auf den in sich geschlossenen Ring aufgesetzt waren und dann mit isolirtem Draht bewickelt wurden. Die innere Weite der Rolle war etwa 5^{mm} grösser als die Ringdicke, so dass ein Abreissen der Ringhälften von einander ausgeführt werden konnte, ohne durch die Drahtrollen gehindert zu werden. Die Rollen wurden darauf mit einem gleichen isolirten Drahte bewickelt, wie der war, welcher zur inneren Hauptspirale verwendet wurde. Zwei gegenüberstehende dieser Rollen wurden als Inductionsspirale geschaltet, die übrigen bildeten eine Hauptspirale zur Erzeugung einer Magnetisirung des Ringes, deren Richtung überall senkrecht auf der Richtung des durch die innere Hauptspirale erzeugten Rohrmagnetismus stehen musste. Die Grösse des erzeugten Ringmagnetismus konnte durch den Ausschlag gemessen werden, der bei Schliessung der äusseren Hauptspirale durch die Inductionsspirale hervorgebracht wurde. Dieser Ausschlag giebt zwar nur die Grösse desjenigen Magnetismus an, der in dem Theile des Ringes entsteht, welcher von der Inductionsspirale umschlossen ist, also durch Ringtheile, welche keiner oder doch nur einer geringen directen Magnetisirung durch die Hauptspirale unterliegen, er kann aber doch als Maass des gesammten, im Ringe erzeugten Magnetismus ohne beträchtlichen Fehler gelten, weil einmal, wie schon hervorgehoben ist, die directe Drehung der Elementarmagnete durch die magnetisirende äussere Kraft nur klein ist im Vergleich mit der gegenseitigen Verstärkung der Molekularmagnete, und weil die Schwächung der Fortpflanzung der Magnetisirung durch geringe Längen weichen Eisens von hinlänglichem Querschnitt nicht bedeutend ist.

Es wurde nun in die äussere (transversale) Hauptspirale eine Batterie eingeschaltet. Durch geeignete Commutation wurde an demselben Spiegelgalvanometer erst der durch die Inductionsspirale bewirkte Ausschlag und darauf die herrschende Stromstärke in der Hauptspirale gemessen und dies mehrere Male wiederholt, wobei die Stromrichtung der Hauptspirale jedesmal umgekehrt wurde. Der durch die Inductionsspirale bewirkte Ausschlag bildete dann

das Maass des durch die Stromstärke I im Ringe erzeugten Magnetismus.

Liess man nun in einem der beiden magnetischen Kreise den Strom der Hauptspirale fortdauern und schloss dann die Hauptspirale des anderen Kreises, so erhielt man in der Inductionsspirale des letzteren einen Ausschlag, der eine Verminderung des in diesem Kreise erzeugten Magnetismus anzeigte. Es wurde dadurch das mit geraden Röhrenmagneten erhaltene Resultat bestätigt, dass die Magnetisirung des Eisens durch eine äussere magnetisirende Kraft kleiner wird, wenn eine gleichzeitige Magnetisirung in einem auf ihr senkrecht stehenden Sinne vorhanden ist oder hervorgerufen wird.

Während der ersten Abtheilung der Versuche betrug die Stärke des äusseren Stromes 800, während der zweiten Abtheilung 200; diejenigen Versuche, in denen diese Stromstärke von den genannten Zahlen abwich, wurden auf die Zahlen 800 bez. 200 reducirt, unter der Annahme, dass die Einwirkung des äusseren Stromes proportional dessen Stärke sei, was bei den geringen Abweichungen zulässig erschien.

Tabelle 4.

(siehe nebenstehend.)

1. Untere Ringhälfte angesetzt	Innerer Strom geschlossen	Stärke des inneren Stromes	Äusserer Strom geschlossen	Stärke des äusseren Stromes	Äusserer Strom geöffnet	Innerer Strom geöffnet	Untere Ringhälfte abgenommen	Summe der Inductionsausschläge	Magnetismus bei innerem Strom	Magnetismus b. inn. und äuss. Strom	Remanenter Magnetismus
+ 7	+ 28	+ 11	— 30	+800	+ 28	— 18	—20	— 5	+ 35	+ 5	+15
+ 9	+ 93	+ 26	— 93	—	+ 87	— 57	—54	—15	+102	+ 9	+39
+11	+149	+ 46	—143	—	+132	— 92	—72	—15	+160	+ 17	+57
+13	+176	+ 63	—158	—	+147	—113	—79	—14	+189	+ 31	+65
+12	+185	+ 71	—160	—	+149	—120	—81	—15	+197	+ 37	+66
+12	+202	+ 92	—163	—	+152	—133	—83	—13	+214	+ 51	+70
+12	+199	+ 92	—145	—	+159	—131	—82	+12	+211	+ 66	+94
+12	+208	+113	—145	—	+157	—148	—78	+ 6	+220	+ 75	+84
+12	+251	+221	—131	—	+140	—181	—86	+ 5	+263	+132	+91
+12	+290	+424	— 92	—	+ 96	—220	—84	+ 2	+302	+210	+86
+12	+327	+766	— 54	—	+ 57	—256	—83	+ 3	+339	+285	+86
+10	+ 51	+ 10	— 37	+200	+ 37	— 31	—38	— 8	+ 61	+ 24	+30
+10	+115	+ 21	— 76	—	+ 81	— 72	—61	— 3	+125	+ 49	+58
+11	+153	+ 33	— 91	—	+ 95	— 96	—72	0	+164	+ 73	+72
+12	+170	+ 44	— 90	—	+ 94	—110	—74	+ 2	+182	+ 92	+76
+11	+185	+ 58	— 83	—	+ 88	—121	—76	+ 4	+196	+113	+80
+12	+221	—115	— 55	—	+ 57	—156	—77	+ 2	+233	+178	+79
+12	+254	+219	— 31	—	+ 31	—186	—77	+ 3	+266	+235	+80
+11	+287	+395	— 17	—	+ 17	—218	—77	+ 3	+298	+281	+80
+12	+313	+561	— 11	—	+ 11	—242	—71	+12	+325	+314	+83

Es wurde ferner das Ansteigen des von der äusseren primären Spirale allein erzeugten Magnetismus beobachtet, indem die in der äusseren secundären Spirale auftretenden Ausschläge gemessen wurden. Das An- oder Absetzen der unteren Hälfte des Eisenringes ergab in diesem Falle keine Induction; die Inductionsausschläge sind die nach mehrmaligem Schliessen und Öffnen des Stromes von Einer Richtung erhaltenen; die beim ersten Schliessen erhaltenen waren, namentlich bei schwachem Strom, etwas grösser, jedoch höchstens um 5 pCt.

Tabelle 5.

Primärer Strom	Secundärer Strom
— 3	+ 3
— 56	+ 56
—114	+ 92
—221	+124
—410	+144

War in der inneren Spirale Strom, und wurde der Strom in der äusseren Spirale gewechselt (+ geschlossen, geöffnet, — geschlossen, geöffnet u. s. w.), und wurde ferner in der inneren secundären Spirale beobachtet, so war der erste Ausschlag um ca. 2 pCt. grösser als die folgenden.

Hiernach scheint die dem äusseren Strom allein entsprechende Remanenz erheblich geringer zu sein, als die dem inneren Strom entsprechende.

In der Tafel bedeuten $a_1 a$ die Curven des dem inneren Strom allein entsprechenden Magnetismus (Tab. 4, Sp. 2), b_1 und b_2 die Curven bei gleichzeitiger Einwirkung des äusseren Stromes, und zwar b_1 für die Stromstärke 200, b_2 für die Stromstärke 800.

Die specielle Anordnung der Versuche war folgende.

Zunächst wurde das Ansteigen des Magnetismus in der zur Mittellinie des Ringes senkrechten Richtung beobachtet, bei Einwirkung sowohl des inneren Stromes (Windungen in der Richtung der Mittellinie), als des äusseren Stromes (Windungen senkrecht

zur Mittellinie); als Maass dieses Magnetismus wurde der in einer inneren, secundären Spirale (Windungen in der Richtung der Mittellinie) inducirte Strom angenommen; die in der folgenden Tabelle enthaltenen Ausschläge sind mit Ausnahme der Spalten 3 und 5 sämmtlich in der inneren, secundären Spirale beobachtet. Es wurde gemessen (in dieser Reihenfolge, s. Tab. 4):

1. Der Ausschlag beim Ansetzen der unteren Hälfte des Eisenringes an die obere; 2. der Ausschlag bei Schliessung des inneren Stromes; 3. die Stärke des inneren Stromes; 4. der Ausschlag bei Schliessung des äusseren Stromes; 5. die Stärke des äusseren Stromes; 6. der Ausschlag bei Öffnung des äusseren Stromes; 7. der Ausschlag bei Öffnung des inneren Stromes; 8. der Ausschlag bei Abnahme der unteren Hälfte des Eisenringes.

Nimmt man an, dass nach Öffnung der Ströme und Abnahme der unteren Ringhälfte davon kein oder ein ganz constanter remanenter Magnetismus vorhanden sei, so muss die Summe aller Inductionsausschläge Null sein; dies ist auch mit genügender Annäherung der Fall, wie Spalte 9 zeigt; Spalte 10 $[(1) + (2)]$ zeigt den durch den inneren Strom, Spalte 11 $[(1) + (2) + (4)]$ den durch den inneren und den äusseren Strom erzeugten Magnetismus; Spalte 12 $[(1) + (2) + (7) + (8)]$ den dem inneren Strom entsprechenden remanenten Magnetismus.

Aus dem nachgewiesenen, schwächenden Einflusse, den zurückgebliebener oder gleichzeitig erzeugter transversal gerichteter Magnetismus auf die Grösse der Magnetisirung ausübt, erklären sich viele störende Erscheinungen bei wissenschaftlichen elektromagnetischen Untersuchungen, sowie bei der technischen Anwendung des Magnetismus.

Die zu den beschriebenen Versuchen benutzten geraden oder ringförmigen Röhren-Elektromagnete zeichnen sich dadurch vor den bisher benutzten Elektromagnet-Constructionen aus, dass sie bei gegebenem Eisen- und Kupfergewichte einen weit grösseren magnetischen Effect geben, wie die letzteren. Sie werden daher namentlich in der Elektrotechnik häufig eine nützliche Verwendung finden. Die Eigenschaft des ringförmigen Röhrenmagnetes, den Leitungsdraht vollständig mit einem Eisenmantel zu umgeben, macht ihn aber auch zur Beantwortung wissenschaftlicher Fragen, für deren Lösung es bisher an geeigneten Hülfsmitteln fehlte, besonders geeignet. Es ist eine solche z. B. die Frage der Schirm-

wirkung des Eisens. Es erschien zwar wahrscheinlich und wurde bisher auch wohl ziemlich allgemein angenommen, dass die magnetische Fernwirkung durch einen zwischenliegenden Eisenschirm nicht direct beeinflusst würde und dass die beobachtete Änderung der magnetischen Fernwirkung durch die Wirkung des im zwischenliegenden Eisenschirme hervorgerufenen Magnetismus zu erklären sei. Entscheidende Versuche sind darüber aber meines Wissens noch nicht angestellt, und es war dies mit den bisher bekannten Hülfsmitteln auch kaum ausführbar.

Um die Frage mit Hülfe des ringförmigen Röhrenmagnetes zu entscheiden, liess ich zwei möglichst gleiche solcher Magnete anfertigen und stellte sie auf beiden Seiten des Glockenmagnetes eines aperiodisch schwingenden Spiegelmagnetometers in der Weise auf, dass ich die Drahtspiralen mittelst gespannter Drähte an senkrecht stehenden Rahmen befestigte, welche dem Magnete beliebig zu nähern waren. Es wurde nun derselbe Strom durch die beiden Drahtspiralen hintereinander geleitet und das eine Brett so lange verschoben, bis keine Ablenkung des Magnetometers beim Eintritt und bei der Unterbrechung des Stromes mehr stattfand. Es wurde dann abwechselnd die eine oder die andere Drahtspirale auch mit ihren beiden Rohrhälften bedeckt, so dass dieselbe jetzt einen geschlossenen Röhrenmagnet bildete, und die entstehenden Ablenkungen des Magnetometers bei Stromschluss in Scalentheilen abgelesen. Die Versuche ergaben, dass in der That eine unzweifelhafte, wenn auch nur geringe, dauernde Verminderung des magnetischen Momentes einer Drahtspirale eintritt, wenn sie ganz von einem Eisenrohr umschlossen ist. Durch Annäherung der geschwächten Spirale lässt sich die Grösse dieser Schirmwirkung bestimmen. Sie ist scheinbar proportional der Dicke der Rohrwand, doch bedarf dies noch weiterer Bestätigung. Ich will hier nur noch bemerken, dass eine magnetische Fernwirkung des Eisens, wenn eine solche bei einem als Röhrenmagnet magnetisirten röhrenförmigen Ringmagnet als vorhanden angenommen werden könnte, eine Verstärkung und keine Schwächung der Fernwirkung der Spirale hervorbringen müsste. Ich hoffe, zu einer näheren Untersuchung dieser Frage später Gelegenheit zu finden und enthalte mich einstweilen einer Erklärung dieser auffallenden Erscheinung.

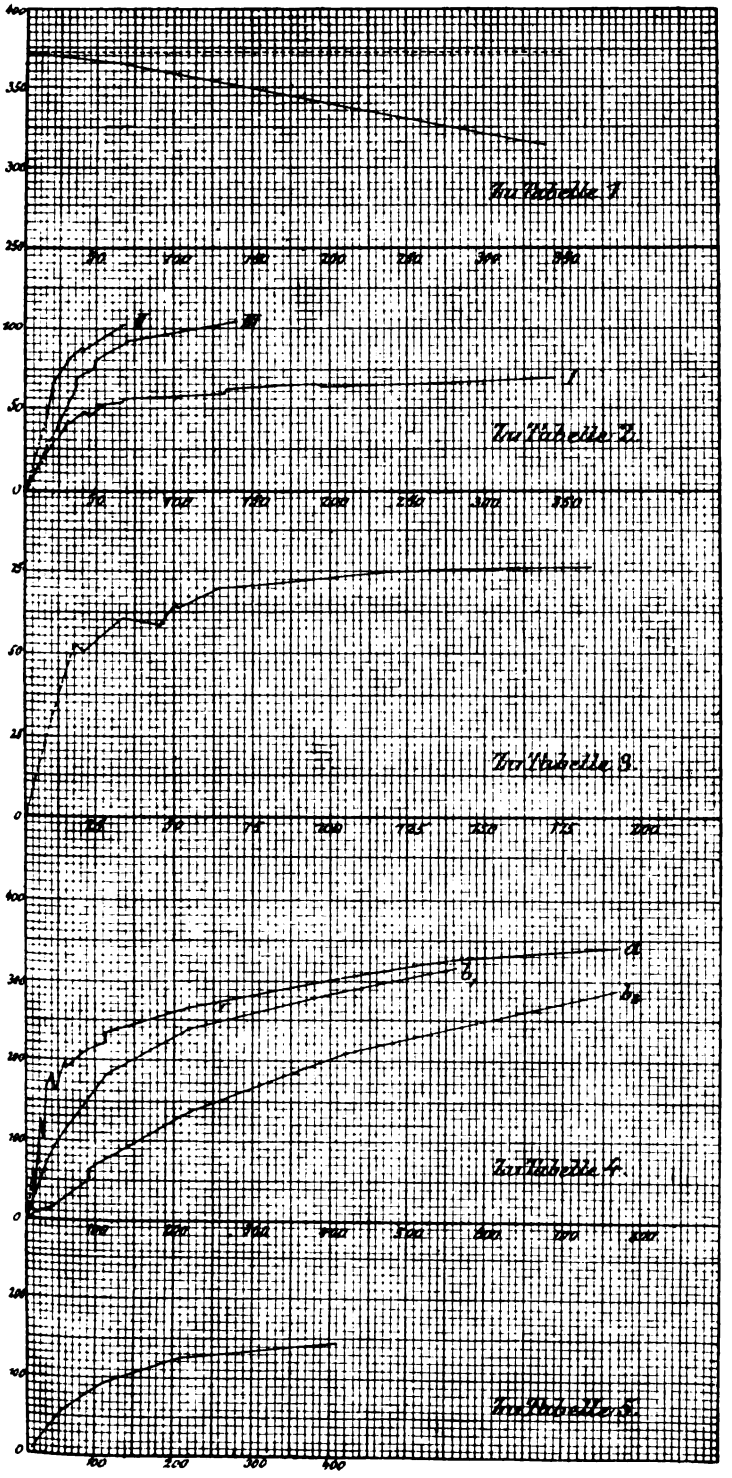
Diese thatsächlich stattfindende, wenn auch nur geringe Schirmwirkung des Eisens legte mir die Frage nahe, ob sich mit Hülfe

des Röhrenmagnetes nicht entscheiden liesse, ob die magnetische Fernwirkung eine direct und geradlinig wirkende, unmittelbare ist, wie es seit Newton von der Schwerkraft angenommen wird, oder ob sie eine von Molekül zu Molekül der zwischen liegenden Materie oder des hypothetischen Äthers fortschreitende Wirkung ist, wie es für die elektrische Vertheilung von Faraday zuerst angenommen und von mir auf experimentellem Wege als zulässig nachgewiesen wurde [1]). In der That schien eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür vorhanden zu sein, dass die von einer Drahtspirale ausgehende magnetische Kraft nicht gleichzeitig in der geschlossenen Röhrenwand, die sie durchdringen muss, eine beträchtliche Arbeit, die Magnetisirung des geschlossenen Röhrenmagnetes, ausführen und während dieser Zeit zugleich eine ungeschwächte Fernwirkung ausüben könne. Es erschien wahrscheinlicher, dass die Fernwirkung hinter der Rohrwand erst beginnen würde, wenn die beim Durchgang durch das Eisen in der Drehung der Elementarmagnete zu leistende Arbeit gethan war. Die Versuche haben diese Vermuthung nicht bestätigt. Es wurde zu denselben mit geringer Abänderung dieselbe Zusammenstellung zweier getheilter ringförmiger Röhrenmagnete mit einem zwischen ihnen aufgestellten Spiegelmagnetometer benutzt, wie sie bei dem oben beschriebenen Versuche benutzt wurden. Zunächst wurden die parallelen und gleich grossen, auf beiden Seiten des Magnetometers aufgestellten Drahtspiralen so eingestellt, dass ein Strom, der sie beide hintereinander durchlief, keine Einwirkung auf das Magnetometer zeigte. Darauf wurde eine der beiden Spiralen, ohne ihre Lage zu verändern, mit den zugehörigen Eisenschalen bedeckt und der Versuch wiederholt. Es zeigte sich auch jetzt keine sichere Ablenkung des Magnetometers, wie es der Fall sein müsste, wenn der Strom der einen Spirale länger oder stärker auf das Magnetometer gewirkt hätte, wie der der anderen. Da die Zeitdifferenz möglicher Weise sehr kurz war und dadurch ihre Wirkung unmerklich wurde bei der kräftigen Gesammtwirkung jeder Spirale, so modificirte ich den Versuch auf Vorschlag des Dr. Frölich, dem ich für die Leitung dieser und der früher beschriebenen Versuche zu danken habe, in der Weise, dass anstatt des Magnetometers eine dritte, unbedeckte Spirale aufgestellt und die äusseren,

[1]) Pogg. Ann. Bd. 102, p. 66.

ebenfalls unbedeckten Spiralen wieder so eingestellt wurden, dass kein Strom in der mittleren Spirale durch sie inducirt wurde. Zur Messung desselben wurde die Ladung eines Glimmercondensators benutzt, mit dessen beiden Belegungen die Drahtenden der mittleren Spirale in Verbindung gesetzt waren. Mein mehrfach beschriebener Fallhammer zur Hervorbringung von Strömen sehr kurzer Zeitdauer wurde nun so eingeschaltet, dass ein kräftiger Strom durch die beiden Spiralen dauernd circulirte. Der eine der beiden verstellbaren Stifte des Fallhammers unterbrach nun diesen Strom, während der zweite nach einer sehr kurzen Zeit den Kreis der mittleren Drahtspirale und des Condensators unterbrach. Da die mittlere Spirale aus einer sehr grossen Anzahl Windungen feinen Drahtes bestand, so musste schon eine sehr geringe Differenz der magnetischen Momente der beiden äusseren Spiralen eine messbare Ladung des Condensators hervorbringen. Da durch die Unterbrechung des einen Verbindungsdrahtes zwischen mittlerer Spule und Condensator dieser isolirt wurde und derselbe in diesem Zustande eine Ladung mehrere Minuten ohne merkliche Schwächung derselben behielt, wie durch Versuche constatirt wurde, so musste die spätere Entladung des Condensators durch ein empfindliches Spiegelgalvanometer ein Maass der im Augenblicke der Unterbrechung des Condensatordrahtes an den Enden des Umwindungsdrahtes der mittleren Spirale herrschenden Potential-Differenz bilden. Es wird freilich bei dieser Anordnung des Versuches nicht eigentlich die Verzögerung des Eintrittes der Fernwirkung der im Eisen eingeschlossenen Drahtspirale gemessen, sondern gleichsam das Complement derselben, nämlich die vermuthete Verstärkung der magnetischen Fernwirkung dieser Spirale bei Aufhören der Magnetisirung des Eisens des Röhrenmagnetes nach Unterbrechung des Stromes. Es ist aber wohl anzunehmen, dass diese Wirkung eintreten müsste, wenn die vermuthete Verzögerung der Fernwirkung durch die Magnetisirung vorhanden wäre, weil anderenfalls Energie verloren ginge. Auch diese Versuche geben ein negatives Resultat. Wenigstens waren die erhaltenen Differenzen so klein und schwankend, dass sie nicht als entscheidend zu betrachten waren.

Die zuletzt beschriebenen Versuche haben gelegentlich auf eine recht schlagende und einfache Weise die Helmholtz'sche Theorie der Entladung des Condensators durch eine Reihe wechselnder


Zu Tabelle 1
Zu Tabelle 2.
Zu Tabelle 3.
Zu Tabelle 4.
Zu Tabelle 5.

ıtladungen und erneuten Ladungen bestätigt. Lässt man nur ıe unbedeckte Spirale auf die Inductionsspirale einwirken und ıgrössert zwischen je zwei Versuchen die Dauer der Verbindung s Condensators mit der inducirten Spirale, so gehen die anfäng-h positiven Entladungsausschläge des Condensators bald in ne-tive über. Bei weiterer Verlängerung der Zeit der Verbindung ırden sie wieder positiv, und so fort. Dabei nehmen die Aus-hläge allmählich ab.

Am 26. Juni starb

Hr. Theodor Benfey,

Göttingen, correspondirendes Mitglied der philosophisch-histori-hen Klasse.

30. Juni. Öffentliche Sitzung zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar, Hr. Curtius, eröffnete die Sitzung mit folgender Festrede:

In der Blüthezeit des griechischen Volks war es das Programm seiner besten Staatsmänner, dass im Kampf gegen das Ausland die hellenischen Staaten zusammenstehen und ihre inneren Zwistigkeiten darüber vergessen sollten. Ebenso war es im Mittelalter der Kampf gegen den Islam, der Europa in einem Heerlager vereinigte, und nachdem die Züge in das heilige Land aufgehört hatten, wirkte die alte Idee noch fort und fort. Denn als Carl V in Afrika landete, begrüsste Melanchthon den Anfang eines Krieges der mit dem Abzuge der Türken über den Bosporus enden müsse und als Ludwigs XIV Politik nicht aufhörte, Europas Ruhe zu stören, gab Leibniz sich die erdenkliche Mühe, den Thatendrang des Königs nach dem Morgenlande abzulenken, damit er am Rhein Ruhe halte, und nach dem glorreichen Vorgange Gottfrieds, Balduins und des heiligen Ludwig den Sarazenenkampf im Nillande wieder aufnähme.

Es ist merkwürdig, wie sich in Leibniz' Gedanken Vergangenheit und Zukunft begegnen. Der Vergangenheit gehört der religiöse Gesichtspunkt mit der Anknüpfung an die Helden der Kreuzzüge, der Neuzeit aber das wissenschaftliche Interesse und der Reiz, den das Morgenland als das Land ältester Cultur für ihn hatte. Hier stand ihm neben China Aegypten oben an, und darum erschien es ihm als eine ruhmwürdige Mission des mächtigsten Staats der Christenheit, ein Land, dessen Bewohner sich um die Menschheit unsterbliche Verdienste erworben hätten, den Händen der Barbaren zu entreissen.

Hier ist an Stelle des Fanatismus die Idee der Humanität getreten; hier hat das Projekt, das uns veraltet und abenteuerlich vorkommt, seine prophetische Bedeutung. Denn es enthält die Anerkennung einer wissenschaftlichen Verpflichtung, welche wir dem Boden der alten Geschichte gegenüber haben; es ist der Ausdruck einer Idee, welche wesentlich dazu beigetragen hat, die

mittelalterlichen Jahrhunderte zum Abschluss zu bringen und eine neue Zeit herbeizuführen.

Das Mittelalter kannte das Alterthum nur aus trüben Traditionen; es blieb ihm innerlich fremd, auch wenn es sich auf dem Boden des Alterthums angesiedelt hatte. Die fränkischen Herzöge bauten sich zwischen den Marmorwänden der Propyläen an, ohne zu sehen, was sie täglich vor Augen hatten, und ebenso hausten die Kreuzfahrer in Tyros, in Rhodos und Byzanz.

Da kam die Zeit, die den Schleier zerriss. Man rieb sich die Augen, wie wenn man aus schwerem Schlaf erwachte, und wie es dem Einzelnen geht, dass ihm plötzlich ein Licht darüber aufgeht, was ihm noch zu einem menschenwürdigen Dasein fehle, so erwachte in den Völkern das Verlangen, sich auf eine versunkene und vergessene Zeit wieder zu besinnen. Man schämte sich, in stumpfer Gleichgültigkeit an ihren Denkmälern vorübergegangen zu sein, und das Versäumte nachzuholen erschien jetzt als eine Aufgabe, der man sich nirgends entziehen könne, wo man auf höhere Bildung Anspruch mache. Es war ein Zug, der wie eine Naturgewalt von Land zu Land fortschritt, und, wie um die Entdeckung der neuen Welt, so sehen wir um die Wiederentdeckung der alten unter den europäischen Nationen einen Wettkampf beginnen, der für menschliche Bildung den reichsten Ertrag geliefert hat. Darum wollen wir am Ehrentage von Leibniz, der auch seinerseits dazu angefeuert hat, uns in einigen Hauptzügen zu vergegenwärtigen suchen, wie sich die verschiedenen Völker an dieser Aufgabe betheiligt haben, deren Lösung uns noch heute in vollem Maasse beschäftigt.

Bewegungen dieser Art haben ihre Vorläufer, die einzeln vorangehen, ihres Ziels noch wenig bewusst, und deshalb wie Abenteurer sich ausnehmen. So hatte sich schon 200 Jahre, ehe Leibniz die aegyptische Unternehmung forderte, ein Anconitaner aufgemacht, ein Mann, in dem der historische Wandertrieb zuerst mit voller Energie sich kundgab. Denn wo sollte damit der Anfang gemacht werden, wenn nicht in Italien? Hier war es ja eine nationale Aufgabe, der man sich im fünfzehnten Jahrhundert mit leidenschaftlicher Erregung hingab. Hier galt es nicht das der Menschheit abhanden Gekommene wieder zu finden, sondern die Schätze der Vorfahren, den eignen Erbbesitz sich wieder anzueignen, um mit erhöhtem Geistes-

vermögen und Selbstbewusstsein eine neue, der Vorzeit würdi Geschichte zu beginnen!

In Italien war ja die Fühlung mit dem Alterthum am weni sten erloschen und es war keine Redensart, wenn Petrarca i Rienzi einen Volkstribunen sah und in den Colonnen römisch Patricier. In Italien hat man die Denkmäler zuerst als Ergänzu des schriftlichen Nachlasses angesehen; hier ist die methodisch Durchforschung des klassischen Bodens, die zunftmässige Techn der scavatori seit Jahrhunderten zu Hause.

In Italien musste man aber auch frühzeitig erkennen, da des Landes Vorzeit kein abgesonderter und für sich begreiflich Theil des Alterthums sei. In Italien konnte man ja auch zue Griechisch — und das müssen wir dem Cyriacus von Ancona no heute als ein besonderes Verdienst anrechnen, dass er die Län am Mittelmeer als ein grosses Forschungsgebiet ansah. Von 14 bis 1442 hat er in wiederholten See- und Landzügen Griechenla Kleinasien und Aegypten besucht. Seine Schilderungen, se Zeichnungen, seine Abschriften von Denkmälern erregten leben Aufmerksamkeit. Eugen IV wie Kaiser Sigismund hörten i gnädig zu, wenn er die neuen friedlichen Unternehmungen predi welche die Christenheit nach dem Orient zu machen habe — a die Zeit war noch nicht gekommen, der er als Herold vorangin

Der nationale Enthusiasmus war wohl eine elektrische Ku von unvergleichlicher Wirkung, um die Scheidewand zweier Wel zu heben und den Schooss Italiens zu öffnen. Wenn Poggio no wie auf ödem Stoppelfelde umherirrte und kaum sechs Statuen a römischem Boden namhaft machen konnte, hatte sich ja bis z Mitte des 18. Jahrhunderts Rom schon so gefüllt, dass man ei so viel Bildwerke wie lebende Menschen zählte. Das war ei Auferstehung der Todten, nicht minder wunderbar als die Au deckung der Städte am Vesuv. Eine Überraschung folgte der a dern — wie kann es uns wundern, dass man nicht jenseits d Meeres nach Schätzen suchte!

Dazu kam die alte Missachtung des Orients, die Spannu welche sich gesteigert hatte, seit die zu Cyriacus' Zeit geplan Kirchenvereinigung gescheitert war. Italien fühlte sich selbstg nugsamer als je zuvor, und seine Kirchenfürsten legten den Antike schmuck wie ein neues Diadem um ihre dreifache Tiara. Ei neue Art andächtiger Pilger strömte Jahr aus Jahr ein nach de

Vatican. Kunstbesitz wie Kunstverständniss wurden in Rom monopolisirt und ein Breve nach dem anderen verpönte jede Auslieferung von Antiken an das Ausland als einen Verrath am Vaterlande.

So glänzende Früchte also auch der Patriotismus Italiens getragen hat, so war die Auffassung des Alterthums dort doch eine einseitige und hatte ihre gefährliche Seite. Denn es bleibt nicht ungestraft, wenn die Denkmäler der Vorzeit fremden Zwecken dienstbar gemacht werden; auch die feinste Selbstsucht muss den Standpunkt unbefangener Betrachtung verrücken. Bei der blendenden Fülle einzelner, heimathloser Kunstwerke hatte man die Heimath der Kunst vergessen. Das Vaterland der Antike musste wieder aufgesucht werden, nicht in Rom oder über Rom, sondern auf geradem Wege — und dazu waren die Seestaaten berufen, namentlich diejenigen, welche von den Kreuzzügen her mit dem Morgenlande in Verbindung standen, vor allem Venedig, das im siebzehnten Jahrhundert dort von Neuem sein Banner erhob. Die stolze Republik zeigte indessen für diese culturgeschichtliche Aufgabe ein geringes Verständniss; auch sie war vorzugsweise nur damit beschäftigt, Kirchen, Paläste und Landhäuser mit Beutestücken zu schmücken und ihr Verdienst um die Wissenschaft beschränkt sich wesentlich darauf, dass die verschollenen Städte hellenischer Geschichte im Gedächtniss der Menschen wieder auftauchten.

Dies zündete besonders in Frankreich. In dem althellenischen Coloniallande des Rhonegebietes erwachte eine lebhafte Theilnahme für den klassischen Orient. Französische Ordensgeistliche hatten sich in der Tripodenstrasse von Athen angesiedelt; ihre Berichte wurden in Lyon gedruckt. Lyon wurde der Mittelpunkt der griechischen Interessen und ein gelehrter Arzt daselbst, Jacob Spon, begab sich 1675 nach Venedig, der erste namhafte Forscher, welcher den Spuren des Cyriacus gefolgt ist.

Diese Unternehmung blieb aber nicht wieder eine vereinzelte. Denn damals war Frankreich schon als Staat für die Erforschung der Levante eingetreten. Frankreich hatte vertragsmässig die Rechte und Pflichten eines Schutzherrn der lateinischen Kirche daselbst, und wie das Lilienwappen an den Klosterwänden im Archipelagus noch heute nicht verblichen ist, so ist auch die Mission nie vergessen worden, an welche Ludwig XIV von Leibniz

gemahnt wurde. Nur war der ehrgeizige König in diesem Punk weniger kriegerisch als unser Philosoph; er wie seine Nachfolg haben die Erforschung der altberühmten Küstenländer als eine de mächtigsten der Mittelmeerstaaten obliegende Ehrenpflicht aufg fasst, und dieser Aufgabe ist das königliche, das kaiserliche u republikanische Frankreich treu geblieben, so dass dies nach mein Ansicht eine der ruhmwürdigsten Seiten der französischen G schichte ist.

Schon unter Ludwig XIII hatte man solche Diplomaten die Levante geschickt, welche durch höhere Bildung geeignet war die Interessen der Wissenschaft zu vertreten. Constantinopel wu der Vorposten, von dem man bis nach Persepolis Fühlung hat Die Gesandten waren von Künstlern und Gelehrten umgeben; il Rundreisen waren epochemachend für die Kenntniss der al Welt, ihre Sammlungen wurden Archive von Urkunden der de würdigsten Art.

Andere Missionen gingen auf Anregung der Akademie a Befehl des Königs direkt von Frankreich aus. Tournefort eröff das 18. Jahrhundert. Damals blühte die französische Philole welcher Scaliger und Valesius angehören, und aus der inni Verschmelzung von Philologie und Geschichte erwuchs das B dürfniss nach Anschauung des antiken Lebens in allen Krei der Gebildeten. Der französische Edelmann Paulmier entwarf ersten Karten Griechenlands, die auf Wahrheit Anspruch mach während man in Venedig fortfuhr, nach Ptolemaeos die Küsten zeichnen. Vaillant, der Numismatiker, unternahm die gefahrvolls Seereisen, um sein Material zu ergänzen, und Montfaucon wu die bildlichen Denkmäler in ungeahnter Fülle zu vereinigen. W man die schönen Wissenschaften zu nennen pflegte, ist hier zu mit dem Ernste historischer Forschung behandelt worden u Barthélemy zeigt, wie man in liebevoller Vergegenwärtigung d Alterthums die Masse des Einzelnen zu einem harmonischen Ga abzurunden verstand. Sein Werk wurde als die reife Fru dessen, was das achtzehnte Jahrhundert in Frankreich an Ken niss des antiken Lebens gewonnen hatte, der kommenden Z übergeben, die ein solches Werk nicht zu Stande gebracht hal würde.

Dagegen traten äussere Ereignisse ein von entscheidender B deutung für den Zusammenhang der alten und neuen Welt. I

junge General der Republik führte, wie sein Geschichtschreiber sagt, die Gedanken aus, welche der glorreichste der Könige von der Hand gewiesen. Aegypten wurde nun wirklich erobert, aber der allein bleibende Erfolg war die Eröffnung des denkmälerreichsten aller Länder für die Wissenschaft und die Begründung eines der wichtigsten Zweige alter Geschichtskunde, der seitdem vorzugsweise von Franzosen gepflegt worden ist. Auch was den Erben des heiligen Ludwig noch an Ruhm beschieden war, ist ihnen auf diesem Felde erwachsen. Es war die hervorragende Betheiligung an der Wiederherstellung Griechenlands mit der an die Schlacht von Navarin sich anschliessenden Expedition nach Morea, und der letzte Sonnenblick in den Jahrbüchern der Bourbonen, der Fall von Algier im Sommer 1830; es war die Wiedervereinigung eines reichen Culturlandes alter Geschichte mit Europa, der Anfang einer dauernden Erfüllung dessen, was Leibniz angestrebt hatte.

Die Julidynastie, dem Einfluss der gelehrten Kreise Frankreichs besonders zugänglich, hat die Förderung wissenschaftlicher Aufgaben nicht verabsäumt. Ihr Vertreter in Mosul war der Erste, der in formlosen Schutthügeln am Tigris das Grab von Ninive erkannte, und unter ihrem Banner wurde die Schule in Athen gestiftet, eine bescheidene aber segensreiche Stiftung. Denn jetzt wurde Athen, wie einst Constantinopel, der Mittelpunkt für die geistige Arbeit auf klassischem Boden, wo eine Auswahl junger Talente Gelegenheit fand, sich für den Dienst der Alterthumswissenschaft auszubilden.

Diese Kräfte haben nicht brach gelegen; denn die alte Tradition wurde unter ganz neuen Gesichtspunkten energischer als je zuvor belebt, als das zweite Kaiserreich mit der klassischen Welt Verbindung suchte, und zwar nicht wieder in Trachten, Namen und anderen Aeusserlichkeiten, sondern in wissenschaftlichen Unternehmungen. Der palatinische Hügel wurde als die Wiege des Caesarenthums mit glänzendem Erfolge zu einem Ausgrabungsfelde gemacht, und um für das Leben Caesars die umfassendsten Materialien zusammen zu schaffen, wurden alle Schlachtfelder und Marschrouten des Imperators aufgespürt, die Wohnsitze der Gallier in Asien durchforscht; das alte Alexandreia wurde an das Tageslicht gezogen und das Augustusdenkmal in Ankyra für die Geschichtskunde wiedergewonnen. Das Leben Caesars wird vielleicht wieder vergessen werden, aber der neu erworbene Umblick in den

Ländern der alten Welt ist ein bleibender Gewinn, der ohne den Ehrgeiz eines gekrönten Schriftstellers nicht erreicht worden wäre und über das nächstgesuchte Ziel weit hinausragte. Phoenicien und Cypern wurden der Gegenstand besonderer Missionen, und die neu angeregte Thätigkeit der Französischen Schule in Athen wird nicht müde, sich in Samos, Milet, Delos, Delphi immer neue Verdienste um das griechische Alterthum zu erwerben. Frankreich hat die Erforschung der Levante eröffnet und seine Archive enthalten noch unbenutzte Hülfsmittel zur Kenntniss der klassischen Länder aus einer Zeit, da nur Frankreich mit ihnen Verbindung hatte. Es hat die Vertretung europäischer Cultur in der alten Welt bis auf den heutigen Tag mit denkwürdiger Treue durchgeführt, aber nicht ausschliesslich und nicht ohne Rivalen. Denn England war nicht gesonnen, ihm das Mittelmeer als seine Domäne zu überlassen.

In England war es keine Tradition des Mittelalters, die den Zug nach dem Orient veranlasste. Es lag auch kein äusserer Anlass vor, durch den sich die Aufgabe gleichsam aufdrängte, kein öffentliches Interesse, das man zu vertreten hatte, sondern es war ein freier, rein menschlicher Zug, der die Britten auf den klassischen Boden führte, und aus Privatmitteln sind alle Opfer gebracht worden, um einen Zug des Gemüths zu befriedigen.

Er war seit den Tagen der Stuarts in voller Kraft vorhanden. Je mehr Glanz und Macht das stolze Inselland entfaltete, um so tiefer empfand man, was in der nordischen Heimath fehlte, und die steigende Monotonie des modernen Lebens erweckte die Sehnsucht nach frischen Quellen geistiger Erholung, die man in den Heimathländern der Kunst aufsuchen wollte. Durch die klassischen Studien in Oxford wie Cambridge genährt, ging dieser Zug durch die höheren Stände aller Parteirichtungen, und auch diejenigen, welche der Wissenschaft wesentlich neue und selbständige Bahnen öffneten, auch ein Baco sprach es aus, das Alterthum sei die Jugend des Menschengeschlechts und aus dem grossen Schiffbruch der alten Cultur müsse man retten und bergen, was möglich sei.

England war nicht das Land, wo solche Richtungen auf dem Gebiete schwärmerischer Stimmung blieben. Mit voller Entschlossenheit wurden alle Mittel in Bewegung gesetzt, um das durchzuführen, dessen Anfänge an den Namen des Grafen Arundel geknüpft sind. Englands Kunstliebe war in Rom zu Hause, aber schon im 17. Jahr-

hundert war es Hellas, das man suchte, und hundert Jahre später wurde dem abenteuernden Suchen ein festes Ziel gesteckt und durch vereinigte Kräfte erreicht, was Einzelnen unerreichbar blieb.

1742 wandelten Stuart und Revett unter den Ruinen Roms und wurden sich bewusst, dass sie in den Säulenresten des Forums nur späte und entartete Formen antiker Kunst vor Augen hätten. Sechs Jahre darauf schifften sie sich nach Griechenland ein. Es war nach Cyriacus und nach Spon die dritte der eigentlichen Entdeckungsreisen, aber die erste von wissenschaftlicher Bedeutung; denn sie hat der Welt einen der köstlichsten Schätze, den sie je besessen hat, sie hat ihr Athen zurückgegeben, und der unter dem bescheidenen Namen der Dilettanti bestehende Verein freigebiger Kunstfreunde hat diese Arbeiten aufgenommen, verwerthet und fortgeführt.

Wie es seit dem Ausgange der Republik in Rom der Fall war, dass, wer unter den Römern auf höhere Bildung Anspruch machte, nach Athen pilgerte, so wurde eine klassische Rundreise auch in England die Voraussetzung einer vollendeten Ausbildung. Motive religiöser Art kamen hinzu, indem man den Wanderungen der Apostel nachging und die Stätten der ältesten sieben Christengemeinden aufsuchte. Aus flüchtigem Zeitvertreib und jugendlicher Abenteuerlust wurde eine ernstere Thätigkeit, welche den Geist der Beobachtung schärfte. England wurde die Schatzkammer aller Wunder des Morgenlandes und während der Continent ihm gesperrt war, gingen die Reisenden in dichter Folge nach Hellas, mit bewunderungswürdiger Ausdauer, die Uhr in der Hand, auf langsam schreitenden Saumthiere die sichtbaren Überreste des Alterthums Stück für Stück registrirend.

Seit das Mittelmeer die Wasserstrasse nach Indien geworden, steigerte sich das öffentliche Interesse. Auf den englischen Seekarten sah man zum ersten Mal alle Buchten und Klippen eines unabsehlichen Küstengebiets zu Tage treten und von den Schaluppen der englischen Marine sind die Ruinen Lyciens und Pamphyliens entdeckt worden. Das Mittelmeer war für zwei Flottenstaaten ein zu .enges Seegebiet, als dass es bei einer friedlichen Concurrenz hätte bleiben können. Die für das Louvre eingeschifften Denkmäler fielen Nelson in die Hand und der Stein von Rosette wanderte ins britische Museum; aber den Lorbeer der grossen Entdeckung, die an jenen Stein sich knüpfte, brachte Champollion seinem Vaterlande

zurück. Auch bei den Küstenaufnahmen Englands hatte man Indien im Auge. Man durchforschte die Orontesmündung, um eine Bahnlinie nach dem persischen Meerbusen zu legen, und ungesucht tauchte die prachtvolle Hafenstadt Seleukeia Pieria aus dem Schlamm empor. Dann wurden quer durch den Continent die Völkerbahnen eröffnet, welche seit zwei Jahrtausenden in Vergessenheit gerathen waren. Mosul und Bagdad wurden die neuen Vorposten europäischer Forschung. Um die Keilschriften entspann sich ein ähnlicher Wettkampf wie um die Hieroglyphen, und im Gebiet der ungeheuren Tigrisstadt liegen das französische und das englische Ninive nebeneinander. An der Felswand von Behistun entzifferte Rawlinson das Bild- und Schriftdenkmal, welches uns zum ersten Mal die Möglichkeit gab, die Bücher Herodots mit den Staatsurkunden der Achaemeniden zu vergleichen. Die Geschichte der Erzväter wurde wieder lebendig, und in Indien enthüllte sich eine indogriechische Kunst, die mit dem Buddhismus dort Eingang gefunden hatte. Das waren die grossen Bahnen der Forschung, die vom griechischen Inselmeer nach dem Ganges reichten. Denkt man an die einzelnen Forschungsplätze in Karien, Rhodos, Kyrene u. s. w., so begreift man, in welchem Mafsstabe das britische Museum ein Schauhaus alter Länder- und Völkerkunde geworden ist und wie weit sein Inhalt das überbietet, was im Anfang des Jahrhunderts der französische Imperator aus den Museen Europas zusammenschleppen konnte.

Von den anderen Staaten war für Entdeckung der alten Welt keiner in so glücklicher Lage wie Russland, weil es im eigenen Gebiet ein Stück Griechenland besass, ein Colonialland Ioniens, dessen überreiche Schätze es in aller Ruhe und ohne Rivalen ausbeuten konnte.

Den Deutschen standen keinerlei Vortheile und Mittel zu Gebote, um sich an dem Wettkampfe der Nationen in der Wiederentdeckung der Länder alter Geschichte zu betheiligen. An Wissensdurst hat es ihnen nicht gefehlt: Spon selbst war aus einer nach Lyon eingewanderten deutschen Familie, und an der ruhmwürdigen Unternehmung dänischer Fürsten, durch welche die Namen Babel und Assur zum ersten Male wieder lebendig wurden, konnte Deutschland durch Carsten Niebuhr einen hervorragenden Antheil nehmen. Im stillen Göttingen ist diese wichtige Erweiterung unseres geschichtlichen Horizonts vorbereitet und verwerthet worden

Denn wenn es in Italien das Nationalgefühl war, in Frankreich die staatliche Beziehung zum Orient, in England der Sammel- und Reisetrieb der Aristokratie, was die neue Welt mit der alten in Verbindung setzte, so war es in Deutschland die Studierstube des Professors. Es ist rührend zu sehen, wie Martin Kraus in Tübingen sich 1575 Adressen nach Constantinopel verschafft, um bei dortigen Griechen Erkundigung einzuziehen, ob sich denn vielleicht von den Städten des Alterthums noch irgend welche Spuren auf dem Erdboden nachweisen liessen. Die Hellenen, die man sich wie auf einem andern Planeten ansässig gedacht hatte, wurden an den alten Wohnplätzen in ihren Nachkommen wiedererkannt — aber die Kluft blieb dieselbe, und nachdem man sich längst gewöhnt hatte den Ocean als ein Binnenmeer anzusehen, blieben die östlichen Mittelmeerküsten in tiefem Dunkel liegen. Als aber die Seevölker sie ans Licht gezogen hatten, traten die Deutschen in ihre Aufgabe ein, die neu zuströmenden Schätze des Wissens mit dankbarem Eifer zu sammeln und die wissenschaftliche Arbeit zu organisiren.

Durch die Reformation ist ja das griechische Leben ein Stück unseres Volkslebens geworden, und ein Schüler Melanchthons war es, der in Hellas zuerst wieder nach Hellenen suchte. Die gelehrten Schulen gaben dem in den engsten Verhältnissen Geborenen Gelegenheit, seinen Gesichtskreis über die Welt des Alterthums auszudehnen, und so war es möglich, dass ein altmärkischer Magister, nach Rom übergesiedelt, der Erste war, welcher unter der Masse dort angehäufter Kunstschätze den Gedanken einer Entwickelungsgeschichte der schönen Künste im Alterthum zur Geltung brachte. Es war die Zeit, wo man von der Betrachtung des Einzelnen auf den geschichtlichen Zusammenhang überzugehen suchte: man lernte Hellas im Zusammenhange mit seinen Colonien, man lernte die Völker der alten Welt nach ihren Handels- und Verkehrsverhältnissen als ein Ganzes überblicken. Was Heyne und Heeren auf diesem Gebiete vorbereitet hatten, wurde durch Niebuhr, Böckh und Otfried Müller weitergeführt. Man wollte sich einbürgern in der alten Welt und ihre Städte unter den von Natur gegebenen Bedingungen werden sehen. So gestaltete sich in Rom durch Niebuhr und Bunsen eine wissenschaftliche Stadtkunde, welche Topographie und Verfassungsgeschichte verband, und Otfried Müller übertrug diese Betrachtung auf den Boden von Athen, ehe der Fuss eines deutschen Forschers ihn be-

treten hatte. Die Gräberfunde Mittelitaliens gaben von dem Zusammenhange der antiken Welt zu beiden Seiten des ionischen Meers so überraschende Aufschlüsse, dass man in noch höherem Grade, als die Dilettanti es gethan hatten, mit vereinigten Kräften die Denkmälerforschung als europäische Angelegenheit in Angriff nehmen zu müssen glaubte, und unserm Gerhard gebührt das Verdienst, diesen internationalen Gesichtspunkt zur Geltung gebracht zu haben. Damals wurde das Capitol eine Warte deutscher Wissenschaft. Dort ist Deutschland seines Berufs in Betreff der alten Welt bewusst geworden; dort ist auch unsere erste öffentliche Unternehmung angeregt worden, die Erforschung Aegyptens und Aethiopiens, durch welche eine ganz neue Anschauung der alten Welt möglich geworden ist.

Die Liebe zum Alterthum ist bei uns nie das Privilegium bevorzugter Stände gewesen; wir haben keine Namen, die wir denen des Grafen Arundel und des Herzogs von Luynes an die Seite stellen können, und unser Adel hat seinen Wohlstand durch klassische Liebhabereien nicht gefährdet. Die Lehrer an Universitäten und Schulen sind es gewesen, welche Deutschland seinen Ehrenantheil an der Wiederentdeckung der alten Welt verschafft haben. Die neue Verschmelzung von Philologie und Geschichte gab die vorwaltenden Gesichtspunkte; denn man konnte keine wichtigere Aufgabe ins Auge fassen, als die Ergänzung der litterarischen Überlieferung durch monumentale Urkunden. Dadurch ist unsere Wissenschaft mit dem Boden des Alterthums in lebendige Berührung gekommen; aber noch in den dreissiger Jahren waren Griechenland und Kleinasien für uns ein solches Jenseits, dass man von Seiten der Akademie gar nicht daran dachte, das inschriftliche Material auf klassischem Boden berichtigen und vermehren zu können.

Die unmittelbare Betheiligung vaterländischer Kräfte an der Wiederentdeckung des klassischen Orients ist erst durch die politische Verbindung Griechenlands mit einem deutschen Fürstenhause möglich geworden. In aller Stille haben sie ihre Epigonenarbeit gethan, bis die Zeit kam, dass bei Erhebung des Vaterlandes auch auf dem Felde der Wissenschaft höhere Ziele erreicht werden konnten. Seitdem sind Preussen und Deutschland wetteifernd thätig gewesen, der Liebe unseres Volks zum klassischen Boden würdigen Ausdruck zu geben. Seitdem ist der deutschen Wissenschaft ein fester Herd in Athen gegründet worden; die wissenschaftliche Tech-

nik unserer Armee, der die ersten Karten Kleinasiens verdankt werden, hat sich auch auf attischem Boden in den Dienst der Alterthumskunde gestellt. Deutscher Forscherlust ist es gelungen, die versunkenen Schätze von Ilion, Mykenae und Orchomenos zu heben und über die homerischen Traditionen hinauf die Vorzeit des aegaeischen Meeres an das Licht zu ziehen. Durch deutsche Forschung ist der Attaliden Königspracht uns wieder lebendig vor die Augen getreten, und unter dem Banner von Kaiser und Reich ist es endlich gelungen, einen Platz alter Geschichte von hervorragender Wichtigkeit so vollständig freizulegen, wie etwa im Laboratorium des Naturforschers ein organischer Körper hergerichtet wird, um die Functionen des lebenden Organismus daran verstehen zu lernen. Hier ist die empirische Ortskunde am vollständigsten in den Dienst der Philologie und Geschichte eingetreten; der Tempelhain der Altis liegt wie ein monumentales Lehrbuch aufgeschlagen vor uns, ein Lehrbuch der Architektur und Plastik wie der Schrift- und Sprachgeschichte der Hellenen, in welchem noch manches Menschenalter hindurch gelesen und geforscht werden wird.

So ist der Trieb nach geistiger Wiedergewinnung vorzeitlicher Länder, der sich vor Jahrhunderten angemeldet hat, nach langen Pausen mit steigender Kraft immer erfolgreicher und zielbewusster durchgedrungen. Eine Nation nach der andern ist in die gemeinsame Arbeit wie in eine Arena eingetreten; die Griechen selbst haben mit Glück begonnen, die Werke ihrer Vorfahren an das Licht zu ziehen, wie Dodona bezeugt und die Südseite der Akropolis. Den Europäern hat sich Amerika angeschlossen durch Gründung einer Gesellschaft zur Erforschung der Länder im Mittelmeere. Es ist eine Aufgabe, welche, wie die Erforschung der Natur, mit innerer Nothwendigkeit zur Erledigung drängt. Die neue Welt muss die verlorene Vergangenheit unablässig suchen und glaubt nur in der lebendigen Aneignung derselben das volle Menschheitsbewusstsein wiederzugewinnen. Hier herrscht kein Wahn wie auf dem Gebiet religiöser Empfindung, wenn man auf dem Boden, den der Erlöser beschritten, dem Geiste seiner Lehre näher zu sein glaubte. Hier war es ein sehr berechtigtes Gefühl, wenn man aus der Enge der Bücherstube heraus nach Anschauung strebte, nach Anschauung der Naturverhältnisse, unter denen sich das Leben der Alten entwickelt hat, wie nach Anschauung aller Spuren, die es auf Erden zurückgelassen hat. Denn der Gewinn musste ein

zwiefacher sein. Einmal der Einblick in eine Fülle des Einzelnen, wodurch das antike Leben, das nur in blassem Umriss erkannte, zu einem farbenreichen Bilde wurde, wo Stämme und Städte von Ort zu Ort individuell hervortreten; andererseits ein Überblick der Welt des Alterthums, von der nur die einzelnen Spitzen sichtbar waren, wie Inselhäupter aus der Wasserwüste hervorragend. Die zerrissenen Erdtheile sind in ihrem Zusammenhange wieder aufgetaucht und dadurch Vieles thatsächlich klar geworden, was früher Gegenstand befangener Theorien und unfruchtbarer Streitigkeiten war. Denn jetzt ist eben so unmöglich, die occidentalische Cultur als einen Ausläufer des Orients anzusehen, wie es unmöglich ist, sie mit dem Auge eines eifersüchtigen Hellenismus als Parthenogenesis des klassischen Bodens zu betrachten. Hellas hat wie alle Welt sein Licht vom Morgen empfangen, und die verbindenden Land- und Wasserstrassen mit ihren Wegestationen lassen sich nicht mehr verkennen. Aber die Eigenart der hellenischen Welt tritt uns nur um so lebensvoller ins Bewusstsein, wenn wir sehen, wie sie aus dem Boden der Vorzeit alle nährenden Stoffe aufgesogen und zu einer unvergleichlichen Blüthe entfaltet hat. Innerhalb der hellenischen Welt ist aber durch alles Wandern, Forschen, Graben und Messen eine Stadt immer glorreicher hervorgetreten. Denn Athen allein hat die Keime des höheren Lebens alle voll und harmonisch zur Entfaltung gebracht, alle Lichtstrahlen vereinigt und aus seiner Lichtfülle die griechischen Umlande sowie Rom und Italien erleuchtet; es hat seinen Glanz wieder rückwärts über das Morgenland ausgespendet, und in Gegenden, die weit jenseits der Gränzen des hellenischen Culturgebiets zu liegen schienen, bis nach Arabien und Indien hinein, begegnen wir den Wirkungen des attischen Geistes.

Viel ist gewonnen auf dem Wege, den Cyriacus auf seiner einsamen Fahrt nach Osten eröffnet hat. Aber wir stehen heute noch mitten in der Arbeit, ja, wir sind noch in den Anfängen; wir beginnen erst uns zu orientiren, und selbst dort, wo die Alterthumsstudien zu Hause sind, fehlt es aller Orten an genügender Kenntniss, so dass die entlegensten Thäler Griechenlands uns jetzt besser bekannt sind, als die Stadtgebiete, deren Burgen vom Capitol sichtbar sind. Kleinasien, die Wiege der klassischen Völker, ist im Innern noch unentdeckt, und wenn wir auf die lange Reihe der Forschungsreisen zurückblicken, so möchte man sich wundern,

wie viel schneller und vollständiger die neue Welt entdeckt als die alte wiederentdeckt worden ist.

Und doch ist es kein Wunder. Denn nach Westen zog die Menschheit der Trieb nach Besitz, der Durst nach Gold, gen Osten der Trieb nach Erkenntniss, welcher nur die Mitgift einer kleinen Zahl sein kann. Um so erhebender ist das Gefühl, mit den Besten aller gebildeten Nationen zusammenzustehen, wo Jeder, dem eigenen Genius folgend, einem Werke dient, das, von persönlicher Laune unabhängig, seine culturgeschichtliche Nothwendigkeit in sich trägt. Es sind aber, wie wir sahen, nicht die durch Wohnort, Sprache und Abstammung nächst stehenden Nationen, welche die alte Welt uns wiedergegeben haben, sondern die fernsten und von Natur fremdesten. Die Völker des Nordens haben vor Allen den Trieb empfunden, der sie wie ein Heimathszug in die Länder des Südens führte, so dass sich bei den heutigen Bewohnern des klassischen Bodens die Legende bilden konnte, die unbegreiflich rastlosen Milordi müssten wohl die Enkel der ausgewanderten Hellenen sein, welche die Denkmäler ihrer Ahnen aufsuchten. Und doch ist es nur der Trieb, die der Menschheit angehörigen Schätze zu heben, nur der Zug nach dem Vaterlande unserer Wissenschaften und Künste, wo die Sonne aufgegangen ist, in deren Licht wir noch heute wandeln. Darum ist die fortschreitende Wiederentdeckung der alten Welt auch kein Sonderinteresse der Philologen und Archäologen, sondern eine wissenschaftliche Aufgabe von allgemeinster Bedeutung, und so lange unsere Akademie dem Vorbilde von Leibniz treu bleibt, wird sie auch in der Förderung dieser Aufgabe nicht zurückbleiben.

Derselbe berichtete hierauf über die Boppstiftung:

Für den 16. Mai d. J. ist die Verwendung des zur Disposition stehenden Jahresertrags der Stiftung als Unterstützung einer wissenschaftlichen Unternehmung beschlossen worden, und zwar wurde der Gesammtbetrag desselben, im Belaufe von 1350 Mark, dem Privatdocenten Dr. Karl Geldner in Tübingen als Unterstützung für eine Reise nach England behufs näherer Erforschung dortiger Zend-Handschriften zugetheilt. Der Gesammt-Jahresertrag der Stiftung betrug 1527 M.

Hierauf erstattete Hr. Mommsen folgenden Bericht über de Erfolg der akademischen Preisbewerbung:

In der öffentlichen Sitzung am Leibniztage des J. 1878 w gemäss den Vorschriften der früheren Statuten von der philosophisch historischen Klasse die folgende Preisaufgabe gestellt worden:

> Es sind die sämmtlichen bei Schriftstellern und auf I schriften erhaltenen Zeugnisse über das Zollwesen der r mischen Kaiserzeit zusammenzustellen und danach die ei zelnen Zolllinien und Zollgebiete, ferner die Verwaltung normen des Zollwesens, insonderheit die Competenz d einzelnen Zollbeamtenklassen und das Verhältniss der Zo pächter zu den kaiserlichen Controlebehörden nach Mö lichkeit klarzulegen.

Es sind in Bewerbung um diesen Preis rechtzeitig zwei Schrift eingegangen mit den Motti:

1) Wo die Könige baun, haben die Kärrner zu thun;
2) *Cura non deesset, si qua ad verum via inquirenten fer*

In Betreff des rechtlichen Fundaments stellt die Abhandlung den leitenden Grundgedanken richtig an die Spitze, während II si darüber schwankend und zum Theil irrend (insonderheit mit V wechselung der *res publicae* und der *res nullius*) einführt. Da hängt auch die bessere Methode der ersteren Schrift zusammen. den Schlussabschnitten ist hier ein achtbarer Versuch gemacht d Gesammtheit der Zollinstitutionen zu erfassen, die Stellung d Zolleinkünfte in dem Finanzsystem überhaupt und insbesond die Theilung der Geschäfte zwischen der kaiserlichen Oberleitu und den Pachtgesellschaften zu bestimmen, ferner die Frage beantworten, inwiefern Stückzölle oder Werthzölle vorgekom sind und welche Normen hierbei obgewaltet haben. Neben m chem Unsicheren und Bedenklichen begegnen hier gute und weit führende Beobachtungen, zum Beispiel die Anknüpfung des *cont scriptor* an den *ἀντιγραφεύς* des Ptolemäerstaates. — Die zwei Abhandlung dagegen führt die Zollinstitutionen lediglich in örtlich Folge auf und giebt ausserhalb derselben nur nachträglich ein local nicht wohl unterzubringende Paralipomena. Es muss an kannt werden, dass jeder römische Zolldistrict, ähnlich wie je Staatsprovinz, seine eigenen Gesetze und seine eigene Geschich hat und dass die Gefahr des irrigen Generalisirens hier bei z sammenfassender Behandlung eine sehr grosse ist. Aber denno

ist das Generalisiren in jeder Weise unvermeidlich. Es muss die Grenze gezogen werden zwischen den Reichszöllen und den gleichartigen municipalen Abgaben, wie das *rotarium*; zwischen den Zöllen und den wenigstens in Rom vorkommenden dem Octroi analogen Abgaben. Es muss die Frage, inwiefern der Zoll auf dem Export oder dem Import lag, wenigstens insoweit beantwortet werden, dass die einschlagenden Zeugnisse zusammengestellt werden, wenn auch vielleicht ein allgemeines System in dieser Hinsicht nicht bestanden hat oder doch nicht für uns erkennbar ist. Es muss die Verwaltungsorganisation dargelegt werden, die etwaige directe Hebung, resp. die Controle der Regierung, die Verdingung, die Hebungsnormen, die Verwaltung mit ihren *socii, magistri, promagistri, contrascriptores, dispensatores, vilici, arcarii*, so dass für jedes einzelne Institut übersichtlich vorliegt, was wir davon wissen, und einigermaassen ermessen werden kann, wie weit hier allgemeine Normen bestanden haben und erkennbar sind. Zu allem diesem liefert die zweite Abhandlung wohl das Material; aber für die Zusammenfassung ist hier nicht das Nöthige geschehen.

Auf der anderen Seite ist die Überlegenheit der Abhandlung II unbestreitbar. Das Material für die Verwaltungsorganisation ist in der ersten in bei weitem geringerer Fülle und mit weit geringerer Beherrschung der inschriftlichen wie der schriftstellerischen Zeugnisse zusammengestellt als in der zweiten. Überall zeigt sich in dieser eigene eindringende Untersuchung, die manche bisher übersehene Notiz aus Steinen oder Büchern zuerst an ihre rechte Stelle bringt. Die ganz entscheidende Frage, ob die Reichszölle lediglich an den Grenzen der Reichszolldistricte oder auch an innerhalb derselben gezogenen Linien erhoben worden sind, ist in der Abhandlung I kurzweg im letzteren Sinne entschieden; die Abhandlung II dagegen prüft mit grosser Schärfe die für die zweite Alternative in Betracht kommenden Daten und verneint sie mit gutem Grund im Allgemeinen, während einzelne Abweichungen für Aegypten und namentlich für Dacien in scharfsinniger Weise erklärt werden. Während die erste Arbeit sich den Specialdaten gegenüber im Allgemeinen receptiv verhält und nur versucht sie zu registriren und das Facit daraus zu ziehen, wird in der zweiten jede einzelne Aufstellung mit einer zuweilen allzu grossen Bedenklichkeit nachgeprüft und die Bausteine durchgängig zurechtgelegt, wenn auch das Gebäude selbst unvollendet erscheint.

In Erwägung dieser Momente ertheilt die Akademie der zweiten mit dem Motto *Cura non deesset* bezeichneten den Preis, indem sie dem Verfasser anempfiehlt für den Fall der Veröffentlichung das Schema in dem oben bezeichneten Sinn umzugestalten. Der unter I aufgeführten Arbeit wird, mit Rücksicht darauf, dass wenn sie allein vorläge, sie des Preises würdig erscheinen würde, gleichzeitig das Accessit zuerkannt.

Die Eröffnung des versiegelten Zettels der mit dem Preis gekrönten Abhandlung ergab Hrn. Dr. Hermann Dessau in Rom als Verfasser, dem Verfasser der anderen wird es anheimgestellt, seinen Namen zum Zweck der Bekanntmachung desselben in den Monatsberichten der Akademie mitzutheilen.

Auf die zuerst am Leibniztage des Jahres 1875 gestellte und im Jahre 1878 erneuert gestellte Preisfrage:

> „In welchen Verbindungen findet sich der Kalk im Blute der Säugethiere und der Vögel? und wie geschieht der chemische Niederschlag seiner Salze in die Gewebe, namentlich in die Knochen?“

ist der Akademie keine Antwort zugegangen.

Schliesslich erstattete Hr. Waitz folgenden Bericht:

Wenn am Schluss des vorjährigen der Akademie abgestatteten Berichtes über den Fortgang der *Monumenta Germaniae historica* gesagt wurde, dass die ersten Jahre der neuen Centraldirektion freilich nicht ohne schmerzliche Verluste und Störungen, wie sie menschlichem Wirken nicht erspart bleiben, verlaufen, es ihnen aber nicht an guten Erfolgen gefehlt habe, so darf das Wort wohl ganz besonders auf das verflossene Jahr angewandt werden. Und dass ich mit dem Erfreulichen beginne, zu keiner Zeit sind bisher so zahlreiche Publikationen nicht blos in Vorbereitung, sondern dem Erscheinen nahe gewesen, wie jetzt. Nicht weniger als neun Bände befinden sich im Drucke; ein zehnter ist eben zum Abschluss gebracht; drei andere sind im Lauf des Jahres ausgegeben worden.

In der Abtheilung der *Auctores antiquissimi* erschien von Prof. Leo, jetzt in Kiel, die Bearbeitung der poetischen Werke des

Fortunat, die für die politische wie für die Culturgeschichte des 6. Jahrhunderts zu den wichtigsten Denkmälern gehören und hier aus zahlreichen alten Handschriften, die von ihrer Verbreitung Zeugnis geben, zuerst in echter Gestalt erscheinen. Auch die sehnlich erwartete Ausgabe des Jordanis von Prof. Mommsen war der Vollendung nahe, als, wenige Tage, nachdem ich jene Worte gesprochen, das Unglück, welches ihn und die grossen von ihm geleiteten wissenschaftlichen Unternehmungen betraf, in mehr als einer Beziehung störend auch in diese Arbeiten eingriff. Die ungebrochene Energie aber, mit der zunächst andere wichtige Aufgaben erfasst und durchgeführt sind, lässt mit Sicherheit darauf rechnen, dass auch hier in nicht langer Zeit die unterbrochene Thätigkeit wieder aufgenommen, Verlorenes, soweit als möglich, ersetzt werde. Zwei andere Bände befinden sich im Drucke. In den Kreis der Autoren, welche in dieser Abtheilung den Übergang aus der Römischen in die Germanische Zeit betreffen, ist neuerdings Claudian aufgenommen.

Ein nicht geringes Missgeschick hat auch die Abtheilung *Scriptores* betroffen, da ihr inmitten rüstigster Thätigkeit ein Mitarbeiter entrissen ward, der seit dem Bestand der neuen Centraldirektion sich ihr gewidmet, und sowohl auf Reisen in Belgien, Frankreich und Italien, wie durch eine Reihe grösserer und schwieriger Editionen um den Fortgang derselben verdient gemacht hat. Musste der Druck des 13. Bandes um des willen eine Zeit lang unterbrochen werden, so war der 25., welcher gerade einige der wichtigsten Arbeiten Dr. Heller's enthält, unmittelbar vorher vollendet, ohne dass es ihm vergönnt worden, sich der allgemeinen Anerkennung zu erfreuen, die sie gefunden. Welche andere Hoffnungen mit ihm zu Grabe gegangen, darf hier wohl nur angedeutet werden. Je weniger leicht es sein wird, auch für die Monumenta den rechten Ersatz zu finden, um so lieber ist hervorzuheben, dass die beiden anderen Mitarbeiter der Abtheilung in jeder Weise bemüht gewesen sind, die entstandene Lücke weniger fühlbar zu machen. Wie der 25. werden auch der dem Abschluss nahe 13. und der im Druck schon ziemlich vorgeschrittene 26. Band eine Reihe mühsamer und sorgfältiger Arbeiten von Dr. Holder-Egger bringen, während Dr. Krusch die Anfertigung der Register übernahm, und daneben seine Thätigkeit der Edition des Fredegar widmete, die sich unmittelbar an die unbestimmt für dieses Jahr

in Aussicht gestellte des Gregor von Tours von Prof. Arndt anschliessen soll. — Band 26 der Reihe, mit dem gleich nach Vollendung des 25. im Verlauf des vorigen Jahres begonnen ward, stellt zunächst dasjenige zusammen, was die Französischen Historiker für die Geschichte des Reichs im 12. und 13. Jahrhundert enthalten, wofür eine Reihe handschriftlicher Arbeiten in Paris, Brüssel, London, Rom und anderswo erforderlich wurden. Unter den Werken, aus denen grössere Abschnitte bereits zum Druck kamen, mögen das Buch des Odo de Deogilo über den Kreuzzug Ludwig VII. und Konrad III., der sogenannte Draco Normannicus des Stephan von Rouen, der bisher nur in einer seltenen und mangelhaften Ausgabe von Angelo Mai vorlag, die Lebensbeschreibung des auch in Deutschland und Italien einflussreichen Bernhard Abts von Clairvaux, die bisher gar nicht vollständig gedruckte Chronik des Robert von Auxerre genannt werden. Daran reihen sich die Werke des Willelmus Britto, dessen Philipis Dr. Pannenborg ein eingehendes Studium gewidmet, des Willelmus de Nangis, die Dr. Brosien kritisch untersucht und bearbeitet hat. Zahlreiche andere Beiträge sind von A. Molinier in Paris geliefert, wo ich auch selbst zweimal einige Wochen gearbeitet und mich jeder Förderung von Seiten des Direktors der Nationalbibliothek, Leopold Delisle, des gründlichsten Kenners mittelalterlicher Geschichte Frankreichs und ihrer Quellen, zu erfreuen gehabt habe. Ich besuchte ausserdem Amiens, Cambrai und Brüssel, wo ich eine für die Tournaier Geschichtsquellen wichtige Handschrift, deren Versendung an unerfüllbare Bedingungen geknüpft war, unter freundlicher Beihülfe des stets gefälligen Bibliothekars Ruelens benutzen konnte. Die Tournaier Werke, über die ich neuerdings hier in der Akademie ausführlicher gehandelt, werden ebenso wie die unlängst aufgefundene Fortsetzung der Gesta episcoporum Cameracensium und andere wichtige Bischofs- und Klostergeschichten im 14. Bande ihren Platz finden, dessen Druck mit dem Chronicon Altinate, bearbeitet von Dr. Simonsfeld, eben in diesen Tagen beginnt. Aber auch für den 27. Band liegt schon ein bedeutender Theil des Manuscripts, Englische Historiker des 12. und 13. Jahrhunderts, bearbeitet von Prof. Pauli und Dr. Liebermann, druckfertig vor. Daneben haben die Arbeiten für die Streitschriften des 11. und 12. Jahrhunderts, wie für die Deutschen Chroniken, welche besondere Reihen unserer Publikationen bilden, ihren Fortgang

gehabt. — Pertz hat eine Anzahl der wichtigsten Autoren auch in Octavausgaben, in usum scholarum, wie es heisst, und ohne kritischen Apparat erscheinen lassen. Im Lauf der Jahre ist daraus eine ansehnliche Sammlung geworden, und manche Bände haben wiederholt aufgelegt werden müssen. Das ist dann in neuerer Zeit benutzt, um auch die Texte einer erneuten Revision zu unterwerfen, und sowohl hier wie bei den später veranstalteten Abdrücken sind auch kritische Noten beigefügt worden. In diesem Jahre war Anlass auf eines der bekanntesten Werke mittelalterlicher Historiographie zurückzukommen, da eine 4. Auflage von Einhards Vita Karoli Magni erforderlich ward. Ich erwähne sie hier, weil sie zeigt, wie viel auf diesem Gebiete im Lauf der letzten 50 Jahre geschehen ist. Als Pertz seine Ausgabe bekannt machte, konnte er 60 ihm bekannte Handschriften aufführen; seitdem sind 22 neu zu Tage gekommen, darunter einige der ältesten und besten, auf Grund deren sowohl seine Recension wie die, welche später Jaffé erheblich abweichend gegeben hat, einer Umgestaltung unterliegen musste.

Was die anderen Abtheilungen betrifft, so ist in der der *Leges* die neue Ausgabe der Capitularien von Prof. Boretius im Druck so weit vorgeschritten, dass eine erste Abtheilung, bis zum Schluss der Regierung Karl des Gr. gehend, demnächst wird ausgegeben werden können. Dasselbe gilt von der Bearbeitung der Formeln durch Dr. Zeumer, von der gegen 20 Bogen gesetzt sind. Schon anderswo ist Gelegenheit gewesen, der wichtigen Förderung zu gedenken, die Director Schmitz in Köln durch zuverlässige Entzifferung einer grossen Theils in Tironischen Noten geschriebenen Handschrift der Pariser Nationalbibliothek dieser Ausgabe hat zu theil werden lassen; ich freue mich hinzufügen zu dürfen, dass die philosophisch-historische Klasse der Akademie einer Veröffentlichung dieser auch in paläographischer Hinsicht höchst merkwürdigen Handschrift ihre Unterstützung in Aussicht gestellt hat. Für andere Theile des Leges sind Hofrath Prof. Maassen in Wien, Prof. Frensdorff in Göttingen, Prof. Weiland in Giessen, Prof. Sohm in Strassburg thätig. Hat der letztere auch geglaubt, die beabsichtigte Ausgabe der Lex Salica aufgeben zu müssen, und ist so auch dieser Abtheilung nicht ein gewisses Ungemach erspart geblieben, so darf hier doch ein weiterer Verzug wohl leichter hingenommen werden, da jener Lex gleichzeitig von verschiedenen

Seiten kritische Thätigkeit zugewandt und jedenfalls die in bestimmter Aussicht stehende Vollendung der Lex Ripuaria das nächstliegende Bedürfnis ist.

In der Abtheilung *Diplomata* war es das dauernde Unwohlsein des Leiters Hofrath Sickel in Wien, das von Niemandem mehr als von ihm selbst als unerfreuliche Hemmung eines raschen Fortschreitens des Drucks der Urkunden des Sächsischen Königshauses empfunden worden ist. Doch hat derselbe jetzt regelmässigen Fortgang, und wenn Sickel auch leider an der letzten Plenarversammlung der Centraldirektion hier nicht theil nehmen konnte, so ist es ihm dafür möglich gewesen, da eine Reise nach dem Süden wünschenswerth war, nach Rom zu gehen, und von der freieren Zugänglichkeit des Vaticanischen Archivs, die unter Papst Leo XIII. von Kardinal Hergenröther im Interesse wissenschaftlicher Arbeiten herbeigeführt ist, Nutzen zu ziehen. Es hat sich auch hier gezeigt, wie ähnliches schon oft in gleichen Fällen eingetreten, dass solche Liberalität nicht blos der geschichtlichen Wahrheit, sondern auch dem Interesse derer, welche bisher ihre Schätze zu ängstlich hüteten, dient. Das überaus merkwürdige lange Zeit allgemein für falsch, dann wenigstens für interpoliert gehaltene Diplom Otto I. für Papst Johann XII. hat sich, wie schon eine in unseren Sammlungen vorhandene, einst von Theiner an Pertz mitgetheilte, aber bisher nicht benutzte Durchzeichnung voraussehen liess, bei eingehender diplomatischer Prüfung als unzweifelhaft echt erwiesen, womit die Geschichte der Beziehungen zwischen Kaiser und Papst im Mittelalter eine wesentliche Aufklärung erhalten hat. Wie viel auch sonst durch Sickel's und Ficker's diplomatische Arbeiten, durch die gleichzeitig von der Preussischen Archivverwaltung unternommene Herausgabe der Abbildungen Deutscher Königs- und Kaiserurkunden im Lichtdruck das Studium dieser unschätzbaren Denkmäler Deutscher Geschichte gefördert, namentlich für die Frage ihrer Authenticität ganz neue Grundlagen gewonnen sind, bedarf hier keiner Hervorhebung. Es schliessen sich daran ähnliche Forschungen für die Kritik päpstlicher Urkunden und Briefe, wie sie in neuerer Zeit von Dr. Ewald, Dr. Löwenfeld, Dr. Kaltenbrunner, Dr. v. Pflugk-Harttung angestellt sind, zum Theil mit Rücksicht auf die unter Prof. Wattenbach's Leitung besorgte neue Ausgabe von Jaffé's Regesta pontificum, von dem zuerst genannten speciell auch für d

Abtheilung der Monumenta, welche als *Epistolae* bezeichnet wird, und die sich hier mannigfach mit der der Diplomata berührt.

Die Ausgabe des Registrum Gregor des Gr., deren Abschluss der vorjährige Bericht glaubte hervorheben zu können, ist freilich noch nicht zum Druck gelangt. Dagegen schreitet derselbe in dem ersten Bande der Sammlung, welche die von Pertz aus den Vaticanischen Regesten gemachten Abschriften von Briefen und Bullen der Päpste Honorius III. und seiner Nachfolger umfasst, bearbeitet von Dr. Rodenberg, rüstig vorwärts, und damit wird eine ebenso reichhaltige wie interessante Quelle für die Geschichte des 13. Jahrhunderts, zunächst Friedrichs II. eröffnet.

Wie es nicht eine Art der Denkmäler Deutscher Geschichte ist, mit der sich unser Unternehmen zu beschäftigen hat, so auch nicht blos eine oder die andere Periode, welcher sich die verschiedenen Abtheilungen zuwenden. So hat die Karolingische Zeit, welcher vorzugsweise die neue Ausgabe der Capitularien zu gute kommt, ausserdem bereits eine überaus wichtige Bereicherung erhalten durch den stattlichen ersten Band der Poetae Latini aevi Carolini, mit dem Prof. Dümmler in Halle die Abtheilung der *Antiquitates* eröffnet hat. Eine überraschende Fülle poetischer, oder um das bescheidenere Wort zu gebrauchen, metrischer Werke, wie sie das neu belebte Studium des Alterthums, besonders seit Karl dem Gr., im Fränkischen Reich hervorrief, ist hier vereinigt, manches neu, alles verbessert, aus zahlreichen Handschriften gegeben, dem Verständnis und der historischen Benutzung näher gebracht. Alle die Namen, welche von Bonifaz an in der Kirche und Literatur hervortreten, begegnen uns hier, die Italiener Paulus, Petrus von Pisa, Paulin von Aquileja, der Angelsachse Alcuin, Angilbert, Theodulf, Einhard u. a. Wenn dabei die politische Geschichte keineswegs leer ausgeht, so ist vor allem der Cultur- und Literaturgeschichte eine reiche Fundgrube weiterer Forschung bequem zugänglich gemacht.

Zu erwähnen ist zum Schluss auch diesmal das Neue Archiv unter Prof. Wattenbach's Redaction, das alljährlich in 3 Heften erscheinend, von den mannigfachen Vorarbeiten für das ganze Unternehmen, Reisen und kritischen Forschungen Nachricht giebt und damit eine Übersicht über andere auf diesem Gebiet erscheinende Arbeiten verbindet, die im ganzen von der mannigfachen Thätigkeit, welche hier herrscht, nur Erfreuliches zu berichten hat,

wenn sie auch mitunter sich genöthigt sieht, vor Abwegen z
warnen, welche eine willkürliche Kritik einschlägt, und voreilig
Behauptungen zurückzuweisen, zu denen der Mangel an rechte
Methode führt. Wie die Leiter der einzelnen Abtheilungen wesen
lich auf die Beihülfe ihrer jüngeren Mitarbeiter angewiesen sin
so können sie auch nur wünschen und hoffen, dass zugleich vo
anderen Seiten, durch die, welche ähnliche Publikationen für ei
zelne Provinzen oder Perioden unternehmen, oder in kritische
Untersuchungen und Darstellungen der Deutschen Geschichte d
Mittelalters sich zuwenden, ihre Bestrebungen Förderung und E
gänzung erhalten, und gerne schliesse ich mit dem Dank daß
dass das mannigfach geschehen, und dass auch nicht blos Deutsc
Gelehrte, ebenso die der Lande, welche einst zum Kaiserreich g
hörten, und der Nachbarstaaten bereitwilligst dazu die Hand g
boten haben.

Die Akademie übersandte Hrn. Georg Hanssen folgende Beglückwünschungs-Adresse:

Hochgeehrter Herr!

Der Akademie der Wissenschaften zu Berlin gereicht es zu hoher Befriedigung, ihrem langjährigen Genossen die wärmsten Glückwünsche zu seinem semisäcularen Ehrentage entgegen zu bringen.

Die Wissenschaft, welche Sie auf eine so glänzende und erfolgreiche Weise vertreten, steht noch in jugendkräftiger Entwicklung: über ihren Umfang, ihre Methode gehen die Ansichten fortdauernd in lebhafter Erörterung aus einander. Naturforscher und Historiker streiten um die Ehre, die ökonomischen Disciplinen zu ihrem Gebiete rechnen zu dürfen; Individualisten und Socialisten berufen sich gleich energisch auf die Gesetze derselben; geistreiche Doctrinäre und erfahrene Praktiker wetteifern, sich die entscheidende Stimme in diesen Fragen zu sichern.

Sie, verehrter College, haben in seltner Weise eine wissenschaftliche Stellung über diesen Gegensätzen behauptet. In Ihrer Hand ist jede theoretische Erörterung fruchtbar für die praktische Anwendung, weil sie niemals aus einer einseitigen Betrachtung der ökonomischen Bestrebungen, sondern aus einem umfassenden Studium der menschlichen Natur, bestehender Verhältnisse und ihrer geschichtlichen Entwicklung erwachsen ist. Eine jede Ihrer Arbeiten ist ein Ausdruck der grossen Wahrheit, dass nur die unvollkommene Theorie für die Praxis werthlos und umgekehrt eine die Theorie verachtende Praxis in sich unfruchtbar und unrentabel ist. Wenn Sie in ruhiger Objectivität die Geschichte der altdeutschen Feldgemeinschaft oder der holsteinischen Leibeigenschaft untersuchen, so gewinnt daraus die historische Wissenschaft ebenso belehrenden Aufschluss über die Entstehung des römischen Colonates, wie der praktische Politiker über die brennende Frage der irischen Pachtverhältnisse. Was Sie für die Aufhellung der agrarischen Rechtsinstitute geleistet haben, steht ebenbürtig den Verdiensten Liebig's um den technischen Betrieb des Ackerbaus zur Seite.

In einer langen und gesegneten Lehrthätigkeit haben Sie einer grossen Zahl begeisterter Schüler nicht bloss eine Fülle der Kenntnisse, sondern, was mehr ist, Ihre wissenschaftliche Gesinnung mitgetheilt. Nicht durch eine grosse Reihe bändereicher Werke haben

Sie den deutschen Büchermarkt gefüllt, um so mehr aber durch die Gediegenheit jeder Ihrer Abhandlungen den Wunsch nach immer weiterer Belehrung durch so treffliche Arbeit rege erhalten.

Möge es uns, möge es dem Vaterlande noch durch lange Jahre vergönnt sein, Sie in ungeminderter Kraft rüstig fortwirken zu sehen.

Die Königliche Akademie der Wissenschaften.

Verzeichniss der im Monat Juni 1881 eingegangenen Schriften.

---

poldina. *Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher.* Heft XVII. N. 9. 10. Halle a. S. 1881. 4.

ichte *der Deutschen Chemischen Gesellschaft.* Jahrg. XIV. N. 10. 11. Berlin 1881. 8.

tschrift *für die gesammten Naturwissenschaften.* 3. Folge 1880. Bd. V. Berlin 1880. 8.

handlungen *herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen.* Bd. VII. Heft 1. 2. Bremen 1880. 1881. 8. Nebst Beilage N. 8. zu den Abhandlungen. Bremen 1880. 8. Sep.-Abdr.

tschrift *der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft.* Bd. 35. Heft I. Leipzig 1881. 8.

handlungen *für die Kunde des Morgenlandes, herausgegeben von der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft.* Bd. VII. N. 4. Leipzig 1880. 8.

rteljahrsschrift *der Astronomischen Gesellschaft.* Jahrg. XV. Heft 4. Leipzig 1880. 8.

ter *und 30ster Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover für das Geschäftsjahr 1878—1880.* Hannover 1880. 8.

rten *von Attika. Herausgegeben von E. Curtius und J. A. Kaupert.* 4 Blätter in fol. mit erläuterndem Text. Heft 1. Athen und Peiraieus. Berlin. fol. 4.

nali *dell' Instituto di Corrispondenza archeologica.* Vol. LII. Roma 1880. 8.

llettino *dell' Instituto di Corrispondenza archeologica per l'Anno 1880.* Roma 1880. 8.

theilungen *der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.* April 1881. Index zu Bd. II. Berlin. Yokohama. 4.

Verzeichniss der Behörden, Lehrer etc. und sämmtlicher Studirenden auf d K. theologischen und philosophischen Akademie zu Münster im Somm Semester 1881. Münster. 4. 2 Ex.

**The Vinaya Piṭakaṃ. Edit. by H. Oldenberg.* Vol. III. London 18 8. 2 Ex.

Sitzungsberichte der math.-naturw. Classe der K. Akademie der Wissensch ten in Wien. Jahrg. 1881. N. XXIII. Wien. 8.

Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntniss Wien. Bd. XXI. Wien 1881. 8.

Das K. K. Quecksilberwerk zu Idria in Krain. Herausgegeben von der K. Bergdirection zu Idria. Wien 1881. 4.

H. Abich, *Geologische Fragmente aus Italien.* Wien. 4.

P. Hunfalvy, *Die Ungarn oder Magyaren.* Wien & Teschen 1881. 8.

Verhandlungen des Vereins für Natur- und Heilkunde zu Prefsburg. N Folge. Heft 4. Jahrg. 1875—80. Prefsburg 1881. 8.

O. Hermann, *Sprache und Wissenschaft.* Budapest 1881. 8. Sep.-Ab

Erdélyi Muzeum. Sz. 6. Évtolyam VIII. 1881. Budapest. 8.

Transactions of the Zoological Society of London. Vol. XI. P. 3. 4. L don 1881. 4.

Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of Londo the year 1880. P. IV. Nov. & Dec. London 1881. 8.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLI. N. 7. L don 1881. 8.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. I. P. 3. Lo 1881. 8.

Journal of the Chemical Society. No. CCXXIII. Juni 1881. London.

Proceedings of the R. Geographical Society and Monthly Record of Geo phy. Vol. III. N. 6. London 1881. 8.

General Index to the fourth ten Volumes of the Journal of the Royal Geo phical Society. 1881. London. 8.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. N. Ser. Vol. XLIX. Extra Nu to Part I for 1880. Vol. L. P. II. N. 1. *Edit. by the Philological Se tary.* Vol. L. P. II. N. 1. *Edit. by the Natural History Secretary.* cutta 1880. 8.

The Madras University Calendar, 1881—82. Madras 1881. 4.

---

mptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. 1881. Sem. 1. T. XCII. N. 21. 22. 23. Paris 1881. 4.

ulletin de la Société mathématique de France. T. IX. N. 3. Paris 1881. 8.

ulletin de la Société zoologique de France. Pour l'année 1880. Année V. Parties 5. 6. Paris 1880. 8.

ulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. X. N. 21. 22. 23. 24. 25. Paris 1881. 8.

ournal de l'École Polytechnique. Cah. 48. T. XXIX. Paris 1880. 4.

ulletin de la Société géologique de France. Ser. III. T. VII. 1879. N. 9. 10. T. IX. 1881. N. 1. 2. Paris 1880 à 1881. 8.

nnales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Série VI. Année I. Cah. 5. 1881. Mai. Paris. 8.

ulletin de la Société de Géographie. Mars 1881. Paris 1881. 8.

nion géographique du Nord de la France. Bulletin. 1881. N. 9. 10. 11. Douai. 8.

ulletin de la Société de Géographie Commerciale de Bordeaux. Sér. II. Année IV. N. 11. 12. Bordeaux 1881. 8.

émoires de la Société des sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Sér. II. T. IV. Cah. 2. Paris. Bordeaux 1881. 8.

nnales du Musée Guimet. — Revue de l'histoire des religions. Année II. T. III. N. 1. Peris 1881. 8.

émoires de la Société Nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. T. XXII. (Sér. III. T. II.) Paris. Cherbourg 1879. 8.

ravaux et Mémoires du Bureau international des poids et mésures. T. I. Paris 1881. 4.

evue scientifique de la France et de l'étranger. Sér. III. T. 27. N. 23. 24. 25. 26. Paris 1881. 4.

olybiblion. — Revue bibliographique universelle. Partie litt. Série II. T. 13. Livr. 6. *Part. techn.* Sér. II. T. 7. Livr. 5. Paris 1881. 8.

useum d'histoire naturelle. — Rapports annuels de MM. les Professeurs et Chefs de Service 1879. 1880. Paris 1880/81. 8.

atalogue des Manuscrits Espagnols de la Bibliothèque Nationale par M. Alfred Morel-Fatio. Livr. 1. Paris 1881. 4.

De Laurier, *De l'unité de la matière.* Paris 1881. 8.

---

tti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXIII. Sess. VII. 1880. Roma 1880. 4.

Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Serie V. T. IV. Disp. 10. T. V. Disp. 1—10. T. VI. Disp. 1—9. Venezia 1877—80. 8.

Memorie del Real Istituto Veneto di Scienze. Lettere ed Arti. Vol. XX. P. II. III. Vol. XXI. P. I. Venezia 1878. 1880. 4.

Atti della Società Italiana di Scienze naturali. Vol. XXII. Fasc. 1. 2. 3. 4. Milano 1880. 8.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI. Disp. 4a. 5a. Torino 1881. 8.

Bollettino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Anno XV. (1880.) Torino 1881. 4.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Processi verbali. Maggio 1881. Pisa. 8.

Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana delle Scienze. Ser. III. T. III. Napoli 1879. 4.

Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. IV. T. I. Bologna 1880. 8.

Indici generali dei dieci Tomi della terza Serie delle Memorie dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, pubblicati negli Anni 1871—1879. Bologna 1880. 4.

B. Boncompagni, *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche.* T. XIII. Luglio, Agosto 1880. Roma 1880. 4.

Nachrichten der mit der Moskauer Universität vereinigten K. Gesellschaft der Freunde der Naturgeschichte, Anthropologie und Ethnographie. Bd. 37. Suppl. 1. Bd. 40. Moskau 1880. 1881. 4.

Finlands Geologiska Undersökning. — Suomenmaan geologillinen Tutkimus. N. 3. 4. 2 Bll. fol.

Beskrifning till Kartbladet N. 3 & 4 af K. Ad. Moberg. Helsingfors 1881. 8.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université. Vol. XII. Année 1880. Par Dr. H. Hildebrandsson. Upsal 1880—81. 8.

Forhandlingar i Videnskabs-Selskabet i Christiania. Aar 1878. 1879. 1880. Christiania 1879. 1880. 1881. 8.

Catalogus der Bibliotheek van het K. Zoologisch Genootschap Natura Artis Magistra te Amsterdam. Amsterdam 1881. 8.

Jan Kops & van Eeden, *Flora Batava.* Afl. 249—252. Leyden s. a. 4.

---

van Ertborn, *Texte explicatif du Levé géologique de la planchette de Kermpt (Bolderberg) avec la collaboration de M. P. Cogels.* Bruxelles 1881. 8.

é géologique de la planchette XV/7 de la Carte topographique de la Belgique. Feuille XXV. Planch. N. 7. 1 Bl. fol.

L. Wasseige, *Ablation d'une tumeur kystique d'une partie de l'utérus et de l'ovaire gauche.* Bruxelles 1881. 8. Extr.

...träge zur Geologischen Karte der Schweiz. Lief. XIV. Abth. 3. Bern 1880. 4.

Wolf, *Astronomische Mittheilungen.* LII. April 1881. Zürich. 8.

...vista Euskara. Año IV. N. 37. Pamplona 1881. 8.

...moria de la Universidad central al 2o. Centenario de Don Pedro Calderon de la Barca. Madrid 1881. 8.

...letin da Sociedade de Geographia de Lisboa. Serie 2. N. 4. Lisboa 1881. 8.

...mpte rendu de l'assemblée tenue par le peuple d'Athènes au Pnyx. Athenes 1876. 8. Extr.

...κτικὴ ἔκθεσις τῶν πράξεων τῆς ἀρχαιολογικῆς ἑταιρίας 1858/59. Ἀθήνησι 1859. 8.

...ος ... τοῦ ἀντιπρυτάνεως Γ. Α. Μαυροκορδάτου περὶ τῶν κατὰ πρυτανείαν αὐτοῦ. ἐν Ἀθήναις 1850. 8.

...ος ἐκφωνηθεὶς τῇ κ' Νοεμβρίου 1868 ὑπὸ Γεωργίου Α. Ράλλη. ἐν Ἀθήναις 1869. 8.

...σεις ... ἐπὶ τῆς μεταφράσεως τοῦ Δάντου ... ὑπὸ ... Θ. Ἀφεντούλη. ἐν Ἀθήναις 1873. 8.

...ος περὶ εὐεξίας καὶ μακροβιότητος ... ὑπὸ Γεωργίου Ἀ. Μάκκα ... ἐν Ἀθήναις 1875. 8.

...ος ... ὑπὸ Νικηφόρου Καλογέρα ... τῇ 30 Ἰανουαρίου 1877. ἐν Ἀθήναις 1877. 8.

...ταντίνου Ἀσωπίου ὁμιλία. (Τῇ α' Ὀκτωβρίου 1844.) 8.

...τικα τῆς ἐν Ἀθήναις ἀρχαιολογικῆς ἑταιρίας 1873—74. ἐν Ἀθήναις 1874. 8.

...ος ἐπικήδειος εἰς τὸν ἀοίδιμον Ἀλέξανδρον ἀρχιεπίσκοπον Σύρου ... ἐκφωνηθεὶς ... ὑπὸ Νικηφόρου Καλογέρα. Ἀθήνησι 1875. 8.

...ος ... ὑπὸ Παναγιώτου Παυλίδου τῇ 30 Ἰανουαρίου 1875. ἐν Ἀθήναις 1875. 8.

...ος Γεωργίου Α. Μάκκα ... τῇ 17 Νοεμβρίου 1874. ἐν Ἀθήναις 1875. 8.

Καλύβη. ἄσματα τρία παρὰ Γεωργίου Κανδιάνου Ῥωμᾶ. Βρᾶιλλα 1865. 8.

Κρίσις τοῦ Βουτσιναίου ποιητικοῦ ἀγῶνος τοῦ ἔτους 1875 ... ὑπὸ ... Θ. Α
τούλη. ἐν Ἀθήναις 1875. 8.

Λόγος ἐκφωνηθεὶς τῇ κγ' Νοεμβρίου 1869 ... ὑπὸ Κ. Γεωργίου Α. Ῥάλλ
Ἀθήνησι 1870. 8.

Λόγος ἐκφωνηθεὶς τῇ λ'. Νοεμβρίου 1875 ... περὶ τῶν κατὰ τὴν πρυτανεία
ἀκαδημαϊκοῦ ἔτους 1874 — 5 πεπραγμένων. ἐν Ἀθήναις 1876. 8.

Νεοελληνικὴ φιλολογία, ἤτοι κατάλογος τῶν ἀπὸ πτώσεως τῆς Βυζαντίνης
κρατορίας μέχρι ἐγκαθιδρύσεως τῆς ἐν Ἑλλάδι βασιλείας τυπωθέντων βι
παρ' Ἑλλήνων εἰς τὴν ὁμιλουμένην, ἢ εἰς τὴν ἀρχαίαν Ἑλληνικὴν γλῶ
συντεθεῖς ὑπὸ Ἀνδρίου Παπαδοπούλου Βρέτου. Μέρος ά. ἐν Ἀ
1854. 8.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. X. N. 126. 1881.
Haven 1881. 8.

Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol.
Pag. 231—284. Cambridge 1881. 8.

Archaeological Institute of America. — Second Annual Report of the
tive Committee 1880—1881. Cambridge 1881. 8.

E. C. Pickering, *Photometric measurements of the variable Stars β*
and DM. 81°25, made at the Harvard College Observatory. Cam
1881. 8. Extr.

Fr. E. Nipher, *the Magnetic Survey of Missouri.* 1881. 8. Extr.

Second Report of the U. S. Entomological Commission for the years
and 1879, relating to the Rocky Mountain Locust, and the Western C
Washington 1880. 8.

14 Annual Report of the Provost to the Trustees of the Peabody Insti
the City of Baltimore, June 1, 1881. Baltimore 1881. 8.

Iowa Weather Bulletin for April 1881. — Press Bulletin, N. 95. 8.

J. R. Procter, *Mittheilungen für Auswanderer. — Klima, Boden, W*
u. s. w. von Kentucky, verglichen mit dem des Nordwestens. Fra
Kentucky, 1881. 8.

Der Helvetia-Verein und die Einwanderung. 8. Sep.-Abdr.

Burmeister, *Atlas de la description physique de la République Arg*
Sect. I. *Vues pittoresques.* XIV. Tableaux. gr. fol. Buenos Aires

---

Berichtigung.

Mon.-Ber. 1881, S. 377 Z. 3 l. Arms st. Owen.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

RAMMELSBERG, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth. M. 3,00

ROTH, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth. M. 9,00

VIRCHOW, Beiträge zur Landeskunde der Troas . . . . . M. 10,00

SCHOTT, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens . . . . . M. 1,00

KRÜGER, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . . M. 5,00

CURTIUS, Das archaische Bronzerelief aus Olympia . . . . M. 2,50

BESCHMANN, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . . M. 2,50

EDMANN, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid M. 3,00

SCHRADER, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal . . . . . M. 3,00

DILLMANN, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert . . . . . M. 2,50

SACHAU, E., Über die Lage von Tigranokerta . . . . . M. 5,50

HAGEN, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen . . . . . M. 1,50

VAHLEN, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . . M. 1,50

WAITZ, Über eine alte Genealogie der Welfen . . . . . M. 0,80

SCHOTT, Über ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters M. 2,00

ZELLER, Über die Messung psychischer Vorgänge . . . . M. 0,80

VIRCHOW, Über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen . . . . . M. 8,00

GERLAND, ERNST, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

Websky, Über die Interpretation der empirischen Octaïd-Symbole auf Rationalität . . . . . 751–[illegible]

Hofmann, Zur Geschichte der Pyridinbasen . . . . . [illegible]

Goldstein, Über die Reflexion elektrischer Strahlen . [illegible]

—, Über den Einfluss der Kathodenform auf die Vertheilung des Phosphorescenzlichts Geifsler'scher Röhren . [illegible]

Berichte, betreffend die Erdbeben von Chios und San Miguel . . . . . 802–[illegible]

Zobel de Zangroniz, Über die antike Numismatik Hispaniens . . . . . 806–[illegible]

Schwendener, Über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen . . . . . 833–[illegible]

Conze, Über die Zeit der Erbauung des grossen Altars zu Pergamon . . . . . 860–[illegible]

Goldstein, Über den Zusammenhang zwischen Gasdichte und Schichtintervall in Geifsler'schen Röhren 876–[illegible]

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt)
Berlin, Universitätsstr. 8.

COLLEGE LIBRARY

DEC 13 1881

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

Juli & August 1881.

COLLEGE LIBRARY

Mit 1 Tafel.

[Die zu den Aufsätzen der Herren Conze und Goldstein gehörigen Tafeln werden nachgeliefert.]

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN
ADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN.

Juli & August 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

m 1. Juli starben

Hr. Hermann Lotze in Berlin, correspondirendes Mitglied ilosophisch-historischen Klasse, und

Hr. Étienne-Henri Sainte-Claire-Deville in Paris, pondirendes Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse.

li. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Websky las:

die Interpretation der empirischen Octaïd-Symbole auf Rationalität.

Die gemessenen Bogenabstände der Flächennormalen liefern, en auf das der Betrachtung zu Grunde gelegte, krystallogra- he Axensystem im Allgemeinen irrationale Axenschnitte, die in vielen Fällen einfachen rationalen Zahlen sich nähern und Schwierigkeit und Widerspruch gegen die wahrscheinliche sion der Messung durch jene ersetzt werden können, in an- Fällen aber der Aufstellung einer Hypothese für ihre ratio- Deutung Schwierigkeiten bereiten.

Man kann die Motive für die Auslegung auf Rationalität sowohl in der Zone suchen, in der der bestimmende Bogen belegen ist, oder auch in den Beziehungen mit anderen Zonen, indem man den Flächen-Positionen, welche im Durchschnitt mit anderen nachweisbaren Zonen belegen sind, eine grössere Wahrscheinlichkeit beilegt, als den neben die Durchschnitte fallenden; es haben aber feine Beobachter wie Hessenberg und vom Rath darauf aufmerksam gemacht, dass man sich leicht auf diesem Wege von den thatsächlichen Verhältnissen entferne.

Ich will mich hier darauf beschränken, die Methode zu erörtern, nach welcher man im Bereich der Zone, in welcher der gemessene Bogen belegen ist, die innerhalb des wahrscheinlichen Beobachtungs-Fehlers liegenden Symbole aufzusuchen hat und die Motive zu berühren, welche bei der speculativen Auswahl aus diesen in Erwägung genommen werden können.

Abgesehen von den durch die Lage in zwei Zonen begründeten, sogenannten deducirten Symbolen, erfolgt die Ableitung des Symbols für eine noch nicht bestimmte Fläche immer aus dem Bogenabstande von einer bekannten Fläche in bekannter, beiden gemeinsamer Zone; auch in den Fällen, wo die zu bestimmende Fläche in keiner bekannten Zone belegen ist und ihre geometrische Position durch zwei Bogenabstände von bekannten Flächen, also durch Bogenabstände in nicht bekannten Zonen erfolgt, wird immer vorerst die Zone gesucht und bestimmt, in der der eine der gemessenen Bögen belegen ist (vgl. Monatsbericht April 1879, p. 349). In dem letzteren Falle hat nur die Interpretation einen doppelten Spielraum, nämlich den in der Wahl der Zone und den in der Verwendung des Bogens in dieser; die Interpretation einer Zone besteht aber an sich in der Auslegung von je einem berechneten Bogenabstand in zwei der Hexaïdzonen, so dass alle hierher gehörenden Interpretationen auf Verwerthung von Bogenabständen in bekannter Zone hinauslaufen.

In einfachster Weise wird die Relation zwischen einem gemessenen Bogenabstande und dem Symbol der mit diesem Bogen erreichten Flächen-Position durch die Zonengleichung (vgl. Monatsbericht Januar 1877, p. 9) ausgedrückt, indem für das Symbol von der Form $= \frac{a}{\mu_3} : \frac{b}{r_3} : c$ direct der eine Coëfficient μ_3 oder $r_3 = D + E\cot\eta_3$ gefunden wird, unter η_3 der Bogen ab Säulenfläche

der Zone, unter D, E Constanten der Zone verstanden. Der andere Axenschnitt-Coëfficient kann entweder durch einen anderen analogen Ausdruck oder besser durch die Bedingungsgleichung für die Lage in der Zone bestimmt werden. Eine Ausnahme machen die Zonen, in denen eine Hexaïdfläche belegen ist, indem in ihnen der eine der Coëfficienten μ_3, ν_3 eine constante Grösse, und nur der andere Gegenstand der Berechnung ist; auf diese soll am Schluss zurückgekommen werden, weil sie eben nur ein specieller Fall der allgemeinen Zonenform sind, so dass ich hier zunächst nur Zonen im Auge habe, welche keine Hexaïdfläche enthalten.

Die durch Rechnung für μ_3, ν_3 gefundenen Werthe haben zunächst die Form irrationaler Brüche. Behufs Interpretation auf Rationalität muss jeder für sich um eine gewisse irrationale Grösse verändert werden, jedoch so, dass dabei die Möglichkeit, in der besagten Zone belegen zu sein, nicht alterirt, auch die Grenze des möglichen Beobachtungsfehlers nicht überschritten wird. Die erstere Bedingung wird dadurch erreicht, dass man die Correctur in gewissen Multiplen der Werthe μ_3, ν_3 vornimmt, in welchen die Veränderungen innerhalb der Zonenlage gleichzahlig ausfallen.

Sind in einer Zone die beiden Dodecaïd-Flächen $e = \frac{a}{m} : \infty b : c$ und $d = \infty a : \frac{b}{n} : c$ belegen, so entspricht das Symbol $= \frac{a}{\mu_3} : \frac{b}{\nu_3} : c$ der Zonenlage, wenn die bekannte Gleichung

$$mn - m\nu_3 - n\mu_3 = 0$$

erfüllt wird; dieser Ausdruck, umgestaltet in

$$P - Q\nu_3 - R\mu_3 = 0 ,$$

wo P, Q, R die kleinsten ganzen Zahlen sind, welche das obige Verhältniss ausdrücken, giebt einerseits, nach μ_3, ν_3 aufgelöst,

$$\frac{P - R\mu_3}{Q} = \nu_3 , \quad \frac{P - Q\nu_3}{R} = \mu_3 ,$$

das Mittel, zu dem empirisch gefundenen irrationalen Werthe des einen Coëfficienten den von der Zonenlage geforderten zweiten, gleichfalls als irrationalen Bruch, abzuleiten, anderseits hat man, weil P, Q, R ganze Zahlen sind, in den Producten $Q\nu_3$ und $R\mu_3$ des Ausdrucks $P - Q\nu_3 - R\mu_3 = 0$ Zahlen, in denen die unter 1 liegenden Theile sich entweder zu 1 ergänzen, oder, wenn der eine der Factoren Q, R μ_3, ν_3 negativ ist, aus gleichlautenden Ziffern bestehen. Es ist daher in diesen Producten, $Q\nu_3$ und $R\mu_3$, die der

Zonenlage entsprechende Interpretation ohne Schwierigkeit vorn nehmen, indem man die, die Einheit unterschreitenden Theile de selben durch Brüche von der Form

$$\frac{o}{p}, \frac{p-o}{p} \text{ resp. } \frac{o}{p}, \frac{o}{p}$$

ersetzt.

Es ist hierbei zweckmässig, um in den Grenzen möglich kleinzahliger Brüche zu bleiben, so zu verfahren, dass man z nächst zwei möglichst einfache Grenzwerthe annimmt, zwische denen der empirisch gefundene irrationale Werth belegen ist, un rückwärts die für beide aufkommenden Bogenwerthe durch Um kehrung der Zonengleichung berechnet; fällt die Differenz des b rechneten und des gemessenen Bogens innerhalb der Grenze d möglichen Beobachtungsfehlers, so kann man unter Annahme d Symbols, dessen berechneter Bogen dem gemessenen am nächst liegt, die Aufgabe als gelöst betrachten.

Weichen beide berechnete Bögen mehr, als man den Beob achtungsfehler schätzt, von dem Messungsresultat ab, so kann m durch Addition von Zähler und Nenner, also durch die Interpo tationen

$$\frac{o+o_1}{p+p_1}, \frac{(p+p_1)-(o+o_1)}{p+p_1} \text{ resp. } \frac{o+o_1}{p+p_1}, \frac{o+o_1}{p+p_1}$$

der die Einheit unterschreitenden Theile von $Q\nu_2$, $R\mu_2$, einen de Abmessungs-Resultat näher liegenden Bruch construiren, und s fortfahren, bis man gewünschte Genauigkeit erreicht.

Sind die Zahlen $Q\nu_2$, $R\mu_2$ hoch, d. h. überschreiten sie etw 10 Einheiten, dann kann man auch wohl die Einer derselben mo dificiren, ohne dass die Differenzen der berechneten Bögen mit de Abmessungs-Resultat ausserhalb des Beobachtungsfehlers fallen.

Es ist dies im Wesentlichen wohl die allgemein geübte Me thode der Interpretation; ihr Schwerpunkt liegt in dem Abwiege der Hochzähligkeit des Symbols gegen die Annäherung an da Versuchs-Resultat.

Kleinzahlige Axenschnitt-Coëfficienten zu erzielen liegt ab häufig ausser dem Bereiche der Möglichkeit, weil die den empi schen Werthen zunächst liegenden, nahezu erreichten einfachen Ver hältnisse bereits durch vorhandene Flächen vertreten sind; dann erreicht die Methode die Grenze der Empfindlichkeit.

Es erscheint zweckmässig, das bisher Gesagte an einem später noch zu verwerthenden Beispiele zu erläutern. An einem Krystalle des Anglesits vom Monte Poni, Sardinien, beobachtet man eine in schmalen Flächen entwickelte Zone zwischen der links hinten zu denkenden Säulenfläche $n' = a' : \frac{1}{2}b' : \infty c$ und einer Octaïdfläche $\zeta = 2a' : \frac{2}{3}b' : c$, deren Symbol anderweitig festgestellt ist. Unmittelbar an den Reflex der Säulenfläche schliessen sich drei schwache stark dilatirte Reflexe $\theta_a, \theta_b : \theta_c$, dann eine auch seitlich gegliederte Reflex-Gruppe an, in welchen als gut markirter centraler Reflex ζ vertreten ist, in der Zone begleitet von nahe liegenden Reflexen, von denen die äussersten ζ_a davor und ζ_b dahinter in Messung genommen wurden, zuletzt findet sich noch ein isolirter Reflex ζ_c.

Die Beobachtungen erfolgten ohne Vergrösserung des Signalbildes und können mit einem Beobachtungsfehler von $\pm 0°4'$ behaftet sein, sind aber wahrscheinlich im Durchschnitt besser; die Untersuchung anderer Zonen mit breit entwickelten Flächen constatirte einen sehr vollkommenen Aufbau des Krystalls; die Messungen gingen von dem tadellosen Reflexe der Fläche n' aus.

Die Abmessungs- und Berechnungs-Resultate sind in der angeschlossenen Tabelle zusammengestellt, auf die im Allgemeinen Bezug genommen wird.

Zur Zone gehören ausser der Ausgangsfläche $n' = a' : \frac{1}{2}b' : c$ die Dodecaïdflächen

$$e = \tfrac{1}{3}a : \infty b : c \ , \ d = \infty a : \tfrac{2}{3}b' : c \ ,$$

welche nicht ausgebildet sind.

Die Bedingungsgleichung für die Lage in der Zone lautet:

$$3 + 2\nu - 4\mu = 0 \ .$$

Für die Winkelrechnung ab $n = a : \frac{1}{2}b : \infty c$, d. h. von der vorderen Säule, geben die besonders für den Krystall ermittelten Elemente

$$\cot\eta_3 = \nu_3 \operatorname{num}(\log = 0{,}0252823) + 0{,}4586899 \ ,$$

$$\nu_3 = \frac{\cot\eta_3 - 0{,}4586899}{\operatorname{num}(\log = 0{,}0202823)} \ .$$

Auf einfache und ohne Schwierigkeit zu deutende Symbole führen nur die Reflexe von ζ und ζ_c.

Gemessen wurde $\zeta \mid n' = 24°34'43''$, daher

$$\zeta \mid n = 180° - 24°34'43'';$$

$\nu_3 = -2{,}4954$; $2\nu_3 + 3 = -4{,}9908 + 3 = -1{,}9908 = 4\mu_3$

ist kaum anders als

$$2\nu_3 + 3 = -5 + 3 = -2 = 4\mu_3$$

auszulegen; darnach ist

$$\mu_3 = -2.\tfrac{1}{4}\ ,\ \nu_3 = -5.\tfrac{1}{2}\ ,$$
$$\zeta = 2a' : \tfrac{2}{3}b' : c\ ;$$

Bogen $\zeta \mid n$ berechnet $= 180° - 24°32'51''$, $\Delta = -0°1'52''$ gegen die Messung.

Gemessen wurde ferner $\zeta_c \mid n' = 27°25'7''$, daher

$$\zeta_c \mid n = 180° - 27°25'7'';$$

$\nu_3 = -2{,}2514$; $2\nu_3 + 3 = -4{,}5028 + 3 = -1{,}5028 = 4\mu_3$

ist sehr wahrscheinlich

$$2\nu_3 + 3 = -4\tfrac{1}{2} + 3 = -1\tfrac{1}{2} = 4\mu_3$$

anzunehmen, also

$$\mu_3 = -1\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{1}{4}\ ,\ \nu_3 = -4\tfrac{1}{2}\cdot\tfrac{1}{2}\ ,$$
$$\zeta_c = \tfrac{8}{3}a' : \tfrac{4}{3}b' : c\ ;$$

Bogen $\zeta_c \mid n$ berechnet $= 180° - 27°26'56''$, $\Delta = +0°1'49''$ gegen die Messung.

Alle anderen Reflexe geben empirische Zahlen, die innerhalb des wahrscheinlichen Beobachtungsfehlers auf verschiedene rationale Symbole gedeutet werden können; die Wahl nach den kleinsten in Secunden sich ausspitzenden Differenzen der berechneten Bogenabstände gegen den, ihnen als Grundlage dienenden gemessenen führt aber bei dem erheblich grösseren Spielraum des möglichen Beobachtungsfehlers kaum auf ein sicheres Resultat.

Um in diesen und analogen Fällen die Aufstellung von bestimmten Symbolen nicht von der Hand weisen zu müssen, kann man nun schliesslich unter Umgestaltung der Flächenbezeichnung in Indices-Symbole von der arithmetischen Ableitbarkeit derselben von einander Vortheil ziehen und ihre möglichen Summanden unter Berücksichtigung des Zonenverbandes discutiren.

Zu diesem Behuf hat man also die für die beobachteten Positionen aufgestellten Axenschnitt-Symbole $= \frac{a}{\mu_3} : \frac{b}{\nu_3} : c$ in die Form

$= \frac{a}{h} : \frac{b}{k} : \frac{c}{l}$ zu bringen, so dass die Indices h, k, l ganze Zahlen sind, und die Flächen-Symbole $h.k.l$ zu bilden.

Die zweimal drei Dodecaïd-Flächen, welche eine Zone, in der keine Hexaïd-Fläche belegen ist, in ungleiche Sextanten theilen, mögen

$$e = \frac{a}{m} : \infty b : c = \frac{a}{u} : \frac{b}{0} : \frac{c}{w} = u.0.w \,,$$

$$d = \infty a : \frac{b}{n} : c = \frac{a}{0} : \frac{b}{v} : \frac{c}{w} = 0.v.w \text{ und}$$

$$s = \frac{a}{\pm m} : \frac{b}{\mp n} : \infty c = u.\bar{v}.0 \text{ resp. } \bar{u}.v.0$$

heissen; dann lautet die Bedingungs-Gleichung für die Lage in der Zone

$$uvl - uwk - vwh = 0 \,,$$

oder, in den kleinsten ganzen Zahlen geschrieben,

$$Pl - Qv - Ru = 0 \,.$$

Wenn dieser Bedingungs-Gleichung neben $= h.k.l$ ein zweites Symbol $= o.p.q$ entspricht, so bilden auch die Summen und Differenzen der gleichnamigen Indices-Zahlen beider, also

$$(h \pm o)\,(k \pm p)\,(l \pm q)$$

wieder ein Symbol, dass eine Fläche der Zone repräsentirt.

Die Indices-Zahlen aller zwischen den Dodecaïd-Flächen belegenen Octaïd-Flächen können ferner als Summen oder Differenzen gewisser Multiplicatoren der Indices-Zahlen zweier Dodecaïd-Flächen geschrieben werden. Es sind nämlich, wenn u, v, w gegeben sind, zwei der Zahlen h, k, l in jeder Höhe zulässig, die dritte dann von den so bestimmten fünf Grössen abhängig, wenn die von $h.k.l$ repräsentirte Fläche der Zone $[u.v.w]$ angehören soll; es ist dann

$$h = \frac{u}{w} l - \frac{u}{v} k \;,\; k = \frac{v}{w} l - \frac{v}{u} h \;,\; l = \frac{w}{v} k + \frac{w}{u} h \,;$$

darnach sind die Indices-Zahlen des Symbols $= h.k.l$,

geschrieben: $= \left(\frac{u}{w}l - \frac{u}{v}k\right).k.1\,,$

$= \left(\frac{u}{w}l - \frac{u}{v}k\right).(0+k).(1+0)\,,$

$= \left(\frac{l}{w}u + \frac{k}{v}\bar{u}\right)\cdot\left(0+\frac{k}{v}v\right)\cdot\left(\frac{l}{w}w+0\right)\,,$

also in die Zahlen von

$$\frac{l}{w}(u.0.w) \text{ und } \frac{k}{v}(\bar{u}.v.0)$$

zerlegbar, wofür wir symbolisch $= \left[\begin{matrix}\frac{l}{w}(u.0.w) + \\ + \frac{k}{v}(\bar{u}.v.0)\end{matrix}\right]$ oder

$$\frac{l}{w}(u.0.w) + \frac{k}{v}(\bar{u}.v.0)$$

schreiben wollen; es giebt ferner $= h.k.l$,

geschrieben: $= h\cdot\left(\frac{v}{w}l - \frac{v}{u}h\right).l$:

$$\left[\begin{matrix}\left(0\cdot\frac{v}{w}l.l\right) + \\ + \left(h\cdot\frac{\bar{v}}{u}h.0\right)\end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix}\frac{l}{w}(0.v.w) + \\ + \frac{h}{u}(u.\bar{v}.0)\end{matrix}\right] = \frac{l}{w}(0.v.w) + \frac{h}{u}(u.\bar{v}.0)$$

schliesslich ist $= h.k.l$,

geschrieben: $= h.k.\left(\frac{w}{v}k + \frac{w}{u}h\right)$ zerlegbar in

$$\left[\begin{matrix}\left(h.0\cdot\frac{w}{u}h\right) + \\ + \left(0.k\cdot\frac{w}{v}k\right)\end{matrix}\right] = \left[\begin{matrix}\frac{h}{u}(u.0.w) + \\ + \frac{k}{v}(0.v.w)\end{matrix}\right] = \frac{h}{u}(u.0.w) + \frac{k}{v}(0.v.w)$$

Die Zahlen $h.k.l$ können, ebenso wie u, v, w, bald positiv bald negativ ausfallen, daher auch die Multiplicatoren $\frac{h}{u}, \frac{k}{v}, \frac{l}{w}$ bald positiv, bald negativ werden. Es haben aber die Symbole der Octaïd-Flächen dieselben Vorzeichen, wie die Dodecaïd-Flächen

welche den Sextanten begrenzen, in dem die betreffende Octaïd-Fläche belegen, den Index 0 als ± betrachtet. Zerlegt man daher das Symbol nach den, den Sextanten begrenzenden Octaïd-Flächen, so fallen beide Multiplicatoren positiv aus; bezieht man das Symbol nur auf eine den Sextanten begrenzende Dodecaïd-Fläche und auf die in dieser Richtung folgende, so fällt der Multiplicator der Indices-Zahlen dieser letzteren negativ aus. Die Quotienten der beiden Multiplicatoren für die begrenzenden Dodecaïdflächen bilden innerhalb eines Sextanten eine von 1 bis ∞ verlaufende Reihenfolge.

Wenn man unter so bewandten Verhältnissen ein Symbol unter Beibehaltuug der Zonenlage ändern will, so hat man zu den Indices-Zahlen die gleichnamigen Indices-Zahlen des Symboles einer der den Sextanten begrenzenden Dodecaïd-Fläche zu addiren und bezeichnet dann das aus den Summen gebildete Symbol eine Fläche, welche der bezogenen Dodecaïd-Fläche näher liegt. Geringer wird die Veränderung, wenn man die Zahlen beiderseitiger Dodecaïd-Flächen hinzufügt, d. h. die Zahlen des Symbols der im Sextanten belegenen Octaïd-Fläche der kleinsten Indices-Zahlen; die Positions-Veränderung besteht dann in der Annäherung auf diese letztere zu; eine Subtraction dieser letzteren Zahlen hat die entgegengesetzte Wirkung. Noch kleiner wird die Veränderung, wenn man das gegebene Symbol mit einem Factor multiplicirt und dann die Addition, beziehungsweise Subtraction vollzieht.

Bildet man aus den gleichnamigen Indices zweier gegebenen Symbole der Zone Summen, so bedeutet das aus den Summen zusammengestellte Symbol eine zwischen beiden liegende Fläche; zieht man die Indices-Zahlen von einander ab, so resultirt das Symbol einer Fläche, welche neben derjenigen liegt, von deren Indices die Abzüge gemacht wurden. Sind aber in den beiden gegebenen Symbolen zwei gleichnamige Indices gleich — oder durch Multiplication der Symbole gleichgemacht, so giebt die Subtraction der gleichnamigten Indices-Zahlen das Symbol derjenigen Dodecaïd-Fläche, die an Stelle der gleichen Indices den Index = 0 führt, beziehungsweise ein Multiplum desselben; es ist dies indessen nur eine Paraphrase der üblichen Art, das Symbol der Zone zu finden.

Man kann auch umgekehrt die Indices-Zahlen eines beliebigen Symboles einer Zone ausdrücken als Summe oder Differenz gewisser Multiplen der Indices-Zahlen von irgend zwei gegebenen

Symbolen der Zone, also zum Beispiel das Symbol $= h_0 . k_0 . l_0$ in der Form

$$(r h_1 + s h_2) . (r k_1 + s k_2) . (r l_1 + s l_2) ,$$

wo $h_1 . k_1 . l_1$ und $h_2 . k_2 . l_2$ gegebene Symbole, dagegen r, s gesuchte Factoren sind. Sieht man l_0, l_1, l_2 und folgerecht auch $r l_1 + s l_2$ als die abhängigen Indices an, so hat man

$$h_0 : k_0 = \frac{r}{s} h_1 + h_2 \; : \; \frac{r}{s} k_1 + k_2 ,$$

$$\left(\frac{r}{s} h_1 + h_2\right) k_0 = \left(\frac{r}{s} k_1 + k_2\right) h_0 \text{ und}$$

$$\frac{r}{s}(h_1 k_0 - k_1 h_0) = k_2 h_0 - h_2 k_0$$

$$\frac{r}{s} = \frac{k_2 h_0 - h_2 k_0}{h_1 k_0 - k_1 h_0} ,$$

und mit Rücksicht auf die Proportionalität der Symbole

$$r = k_2 h_0 - h_2 k_0 \; , \; s = h_1 k_0 - k_1 h_0 .$$

Wenn man, bezogen auf ein glücklich gewähltes Symbol-Paar $F_1 = h_1 , k_1 , l_1$ und $F_2 = h_2 . k_2 . l_2$, diese Multiplicatoren r und s für die Symbol-Gruppen aufsucht, welche für je eine empirisch bestimmte Position in Vorschlag gebracht werden können, so wird man fast regelmässig finden, dass sich immer nur das eine Symbol jeder Gruppe dadurch auszeichnet, dass der eine seiner Multiplicatoren einen gemeinschaftlichen Factor mit dem sich in gleicher Weise auszeichnenden Symbol einer benachbarten Gruppe enthält, mit diesem also in einem relativ einfachen Ableitungs-Verhältniss steht und daher zu bevorzugen ist. Man kann die Discussion nach diesen Multiplicatoren als eine Art partieller Transformation der Symbole ansehen. Zerlegt man ein Octaïd-Symbol in Multipla der Indices-Zahlen der Dodecaïd-Flächen seines Sextanten, dann bilden die Multiplicatoren zwei unabhängige Indices eines tautozonalen Symbols unter der Voraussetzung, dass die Dodecaïd-Flächen 0 und 1 zu Indices-Zahlen haben. Wählt man zwei Octaïd-Flächen $F_1 = h_1 . k_1 . l_1$ und $F_2 = h_2 . k_2 . l_2$ zur Grundlage des Vergleiches, dann sind r und s zwei unabhängige Indices eines tautozonalen Symbols unter der Voraussetzung, dass diese Flächen F_1 und F_2 als Dodecaïd-Flächen mit den Indices 0 und 1 fungiren.

Aus diesem Grunde ist es zweckmässig zur Grundlage des Vergleiches die einfacheren Symbole der Zone zu benutzen und zwar empfiehlt es sich die proponirten Symbole zu zerlegen in Multiplen der einfachsten Octaïd-Indices im Sextanten, aus den Summen der Indices der angrenzenden Dodecaïd-Flächen gebildet, einerseits und anderseits aus Multiplen der Indices derjenigen Dodecaïd-Fläche, welche auf der anderen Seite des zu zerlegenden Symbols folgt.

An dem in der angeschlossenen Tabelle ausgeführten Beispiele gestalten sich die Verhältnisse wie folgt.

Die Symbole für $\theta_a, \theta_b, \theta_c$ sind zusammenstellbar aus hohen Multiplen der Indices-Zahlen von $n' = \bar{1}.\bar{2}.0$ und den von $\zeta = \bar{1}.\bar{5}.2$; im Besonderen ergiebt aber

$$(4)\quad \text{für } \theta_a = \overline{73}.\overline{149}.2 = 72(\bar{1}.\bar{2}.0) + (\bar{1}.\bar{5}.2),$$
$$72 = 2.4.9;$$

$$(6)\quad \text{für } \theta_b = \overline{19}.\overline{41}.2 = 18(\bar{1}.\bar{2}.0) + (\bar{1}.\bar{5}.2),$$
$$18 = 2.9;$$

$$(7)\quad \text{für } \theta_c = \overline{10}.\overline{23}.2 = 9(\bar{1}.\bar{2}.0) + (\bar{1}.\bar{5}.2),$$
$$9 = 1.9.$$

Bei den übrigen in diesen Gruppen aufgestellten Symbolen ist ein derartiger Zusammenhang nicht nachzuweisen.

Die Symbole, welche für ζ_a vorgeschlagen werden können, zeigen hohe Multipla der Indices von $\zeta = \bar{1}.\bar{5}.2$, vermehrt um die einfachen Indices von $n = \bar{1}.\bar{2}.0$.

Die Symbole für ζ_b sind dagegen gebildet aus hohen Summen der Indices-Zahlen von $\zeta = \bar{1}.\bar{5}.2$, vermehrt um die einfachen Indices von $d = 0.\bar{3}.2$ und schliesst sich an letztere das für zweifellos angenommene Symbol

$$(17)\quad \text{für } \zeta_c = \bar{3}.\overline{18}.8$$

an, welches in

$$3(\bar{1}.\bar{5}.2) + (0.\bar{3}.2)$$

zerlegt werden kann; weil der Factor 3 nur in

$$(10)\quad \text{für } \zeta_a = \overline{16}.\overline{77}.30 = (1.2.0) + 15(\bar{1}.\bar{5}.2),\ 15 = 3.5$$

und in

$$(14)\quad \text{für } \zeta_b = \overline{15}.\overline{78}.32 = 15(\bar{1}.\bar{5}.2) + (0.3.2),\ 15 = 3.5$$

vorkommt, kann man diesen Symbolen den Vorzug vor den übrigen der bezüglichen Gruppen geben.

Die Flächenreihe ist daher wie folgt zu symbolisire

(1) $n = \bar{1}.\bar{2}.0$

(4) $\theta_a = \overline{73}.\overline{149}.2$; $\Delta = +0°0'56''$

(6) $\theta_b = \overline{19}.\overline{41}.2$; $\Delta = -0°1'24''$

(7) $\theta_c = \overline{10}.\overline{23}.2$; $\Delta = -0°4'54''$

(10) $\zeta_a = \overline{16}.\overline{77}.30$; $\Delta = -0°1'23''$

(12) $\zeta = \bar{1}.5.2$; $\Delta = -0°1'52''$

(14) $\zeta_b = \overline{15}.\overline{78}.32$; $\Delta = -0°3'\ 8''$

(17) $\zeta_c = \bar{3}.\overline{18}.8$; $\Delta = +0°1'49''$

gegen die Beobachtung.

In den Zonen, zu deren Flächen eine Hexaïdfläche einschliesslich der Hexaïdzonen, vereinfachen sich die Verh hier haben bei allen Symbolen zwei der Indices-Zahlen ei veränderlichen Coëfficienten, nur die dritte der Indices- wechselt mit dem Bogenabstande von der Hexaïdfläche. daher nur diese eine Zahl als Summe von zwei Multiplen der logen Indices-Zahlen zweier im Quadranten liegender ein Symbole und im Sinne eines progressiven Fortschreitens der i Multiplen enthaltenen Factoren auszulegen.

(s. die nebenstehende Tabelle.)

---

berechnet: $\eta_s =$

Hr. A. W. Hofmann las:

Zur Geschichte der Pyridinbasen.

Am Schluss einer kleinen Abhandlung über das Coniin, welche der Akademie vor einigen Monaten mitgetheilt habe[1]), wurde eits darauf hingewiesen, dass ich die glatte Spaltung, welche eridin und Coniin bei der erschöpfenden Behandlung mit Jodhyl gezeigt hatten, auch an anderen Basen erproben wolle. Da eridin und Coniin beide der Reihe der secundären Amine angeen, so erschien es erwünscht, tertiäre Amine in den Kreis der schung zu ziehen, und unter diesen boten sich zunächst die Pyn- und Chinolinbasen, als ein besonderes Interesse beanspruchend.

Ich will schon heute einige Beobachtungen über das Pyridin l seine Homologen mittheilen. Eine eingehendere Untersuchung er merkwürdigen Substanzen ist mir durch die Güte des Hrn. Gustav Krämer möglich geworden, welcher dieselben in der er seiner Leitung stehenden Theerproductenfabrik des Hrn. Julius ligers in Erkner im Zustande vollendeter Reinheit erhalten hat. ner Güte verdanke ich sehr erhebliche Mengen Pyridin und seiner mologen.

Dass sich das Pyridin, wie die Pyridinbasen im Allgemeinen, ect mit den Alkyljodiden zu Ammoniumjodiden verbindet, weiss n aus den umfassenden Untersuchungen Anderson's[2]) über diese he von Basen. Die Eigenschaften dieser Verbindungen sind von derson mit Sorgfalt untersucht worden; auch habe ich seiner gehenden Beschreibung nichts hinzuzufügen.

Über die den genannten Jodiden entsprechenden Hydroxyde t Anderson nur wenig mitgetheilt; er giebt nur an, dass sie, sentlich verschieden von den Hydroxyden des Tetramethyl- und traäthyl-Ammoniums, äusserst leicht zersetzbar sind und beim wärmen stechend riechende basische Producte liefern, unter denen h primäre Alkylbasen (Äthylamin) nachweisen lassen.

Beim eingehenden Studium der Wärme auf die genannten Hyoxyde habe ich nun alsbald gefunden, dass die Spaltung derselben it entfernt ist, in derselben Glätte und Einfachheit zu verlaufen, ie die entsprechende Umbildung der Hydroxyde des Methylpiperyl-

---

[1]) Hofmann, Monatsberichte 1881, 363.

[2]) Anderson, Ann. Ch. Pharm. XCIV, 358.

und Methylconylammoniums. Als Fortsetzung der früheren Unte suchung aufgefasst, haben daher die hier zu beschreibenden Versuch nur geringe Ausbeute geliefert; auch würde ich mich kaum en schlossen haben die Arbeit, welche nach den verschiedensten Seit hin fragmentarisch geblieben ist, zu veröffentlichen, wenn ich nic eine längere Ferienreise beabsichtigte, welche die Versuche e einige Zeit unterbrechen wird.

Einwirkung der Wärme auf Methylpyridylammoniumhydroxyd.

Wird eine verdünnte wässerige Lösung von Methylpyridyljod mit Silberoxyd entjodet, so entsteht eine kaum gefärbte stark al lische Flüssigkeit, welche das Hydroxyd enthält, und aus der s sämmtliche Salze des Methylpyridylammoniums darstellen lass Schon bei gelindem Abdampfen aber bräunt sich diese Flüssigk bis sich zuletzt eine dunkelbraun gefärbte amorphe Masse a scheidet; gleichzeitig entwickelt sich ein farbloser Dampf, der d durch einen Kühler zu farblosen, auf Wasser schwimmenden Ö tropfen verdichten lässt. Dieses Öl hat einen nicht unangenehm aber in höchstem Grad stechenden Geruch, der entfernt an den Senföle und Isonitrile erinnert. Wird die Destillation weiter fo gesetzt, so wird der braune ulminartige Rückstand in der Reto zerlegt, es entsteht eine reichliche Menge basischer Producte, w che zwischen 150° und 300° sieden, und es bleibt eine aufgeblas Kohle zurück.

Einwirkung von Kaliumhydroxyd auf Methylpyridylammoniumjodi

Als man statt der durch Silberoxyd in Freiheit gesetzten A moniumbase ein Gemenge des Jodids mit Kaliumhydroxyd d Destillation unterwarf, wurden ganz ähnliche Erscheinungen be achtet. Bei allen späteren Versuchen wurde daher, der grösse Einfachheit wegen, dieser letztere Weg eingeschlagen.

Es war zunächst von Interesse, die heftig riechende Mate zu isoliren, welche sich leider in verhältnissmässig geringer Me bildet. Das folgende Verfahren liefert dieselbe ganz sicher u regelmässig, aber stets in nur minimaler Ausbeute.

Trockenes Methylpyridylammoniumjodid wird mit dem doppe ten Gewichte gepulverten Kalihydrats gemengt und in einer klei Retorte — man verarbeitet zweckmässig etwa 10 g Jodid — mit viel Wasser übergossen, dass ein dickflüssiger Brei entsteht. Sch

nach einigen Augenblicken erfolgt eine kräftige Reaction, und aus der zunächst gelb und dann tiefbraun gewordenen Masse entwickeln sich stechende Dämpfe, welche sich zu farblosen oder nur wenig gefärbten, in Wasser fast unlöslichen Öltropfen verdichten.

Wenn die Wärmeentwicklung erlahmt, erwärmt man mit einer Gasflamme, allein nur so lange, als sich noch Wasserdämpfe entwickeln. Würde man weiter erhitzen, so begänne in zweiter Phase die Zerlegung des braunen Rückstandes, und das riechende Product wäre stark mit anderweitigen Körpern verunreinigt. Das wässerige Destillat mit dem Öle hat eine stark alkalische Reaction, welche dem neuen Körper angehört, aber theilweise doch auch von einer kleinen Menge überdestillirten Pyridins herrührt. Letzteres kann ohne besonderen Verlust durch Waschen mit kaltem Wasser entfernt werden. Das durch einen Scheidetrichter von dem Wasser getrennte Öl braucht nunmehr nur noch von anhangendem Wasser befreit zu werden. Dies geschieht mittels eines Kalistabes, den man mit dem Öl auf 100° erhitzt. Jeder unnöthige Luftzutritt ist sorgfältig auszuschliessen, da das Öl begierig Sauerstoff anzieht und verharzt. Wird das bei dem Trocknen tief braun gewordene Öl nunmehr in einem Strom von Wasserstoffgas destillirt, so erhält man eine fast farblose Flüssigkeit, welche ziemlich constant bei 129° siedet. Die Ausbeute beträgt in einer gut geleiteten Operation etwa 8 pCt. des angewendeten Pyridins. Der Rest ist in der gleichzeitig gebildeten braunen Masse enthalten, deren Untersuchung einer späteren Zeit vorbehalten bleiben muss.

Das stechend riechende Öl ist eine höchst veränderliche Substanz. Werden einige Tropfen in eine mit Sauerstoff gefüllte Röhre gebracht, so steigt das Quecksilber rasch, indem eine tiefbraune zähe Flüssigkeit entsteht. Mit Brom und Jod bildet das Öl alsbald unter Wärmeentwicklung amorphe unlösliche Substanzen. Auch beim Zusammentreffen mit Schwefel erhitzt es sich und erzeugt ein ähnliches Product. Mit Schwefelkohlenstoff und mit den Mercaptanen vereinigt es sich ebenfalls; allein keine von allen diesen Verbindungen besitzt Eigenschaften, welche zu einer näheren Untersuchung einlüden. Mit concentrirter Salzsäure übergossen, verwandelt sich das Öl in eine braune Gallerte, welche, offenbar ein salzsaures Salz, in viel Wasser löslich ist. Auf Zusatz von Natriumhydroxyd zu der salzsauren Lösung erscheint der charakteristische Geruch des ursprünglichen Öls nicht wieder, dagegen ent-

steht ein gelatinöser, an Thonerdehydrat erinnernder Niederschlag. Die salzsaure Lösung des Öls liefert mit Platinchlorid einen schmutzig gelben amorphen Niederschlag. Mit concentrirter Salzsäure auf 180° erhitzt, liefert das Öl, neben einer braunen ulminartigen Substanz, erhebliche Mengen von Methylamin.

Bei der Analyse des Öls wurden folgende Zahlen erhalten:

	I	II	III	IV
Kohle	74.79	74.97	75.00	75.44
Wasserstoff	8.32	8.89	9.04	8.95

Für Analyse IV war das Öl über Natrium destillirt worden. Aus den angeführten Zahlen lässt sich eine Formel nicht ohne Weiteres ableiten. Mit Berücksichtigung der weiter unten bei der Analyse der entsprechenden Amylverbindung erhaltenen Zahlen bin ich geneigt für die neue Verbindung die Formel

$$C_6H_9N$$

anzunehmen, welche folgende Werthe verlangt:

	Theorie		Mittel der Versuche
C_9	72	75.79	75.05
H_9	9	9.48	8.80
N	14	14.73	
	95	100.00	

Einwirkung von Kaliumhydroxyd auf Äthylpyridylammoniumjodid.

Die Reaction verläuft genau wie bei der entsprechenden Methylverbindung. Der charakteristische Geruch des gebildeten Öles gleicht so sehr demjenigen des Methylderivats, dass ich einen Augenblick glaubte, es sei derselbe Körper entstanden, wie in dem vorher beschriebenen Versuche, das Product mithin von der Alkylgruppe unabhängig. Allein die Verschiedenheit wurde alsbald durch die Bestimmung des Siedepunktes festgestellt. Die Äthylverbindung siedet bei 148°. Auch ist die Ausbeute etwas besser. Sie beträgt beiläufig 10 pCt. des angewendeten Pyridins. Die Äthylverbindung ist bis jetzt nicht analysirt worden.

Dasselbe gilt von einer Allylverbindung, welche aus Allylpyridylammoniumjodid, und einer Äthylenverbindung, welche aus dem Äthylendipyridylammoniumbromid unter ganz ähnlichen Bedingungen gewonnen wird. Beide besitzen, obwohl etwas modificirt, den stechenden Geruch des Methyl- und Äthylderivats.

Einwirkung von Kaliumhydroxyd auf Amylpyridylammoniumhydroxyd.

Um die Natur der sonderbaren Verbindungen, welche sich in den beschriebenen Processen bilden, aufzuklären, wurden die Versuche in der Amylreihe wiederholt. Der höhere Siedepunkt, welchen die hier sich bildende Verbindung haben musste, konnte die Reindarstellung erleichtern; des höheren Moleculargewichts des Körpers wegen war eine etwas grössere Ausbeute zu erwarten, auch liess sich hoffen, dass der schon etwas schwerfälligere Amylkörper sich nicht so leicht verändern werde. Diese Hoffnung ist auch theilweise in Erfüllung gegangen. Es wurden zumal bis zu 12 pCt. des angewendeten Pyridins von der neuen Verbindung erhalten.

Wird das Amylpyridylammoniumsalz in der beschriebenen Weise mit Kaliumhydroxyd zerlegt, so zeigt die entstehende ölartige Verbindung noch immer den charakteristischen Geruch der niederen Homologen, der aber nur noch beim Erwärmen mit grösserer Schärfe auftritt.

Der Siedepunkt derselben liegt zwischen 201 und 203°. Eine Verunreinigung mit Pyridin ist daher ausgeschlossen. Gegen Sauerstoff erweist sich auch die Amylverbindung noch sehr empfindlich. Sauerstoff, über Quecksilber mit dem Öle in Berührung gebracht, wird bis zur letzten Base absorbirt, indem ein braunes Harz entsteht. Dagegen zeigt die Amylbase die willkommene Eigenschaft, sich in Salzsäure zu lösen, ohne verändert zu werden. Aus dieser Lösung kann sie durch Zusatz eines Alkalis als Öl mit ihrem charakteristischen Geruch und allen ihren Eigenschaften wieder gewonnen werden. Erhitzt man aber die Lösung in concentrirter Salzsäure unter Druck mehrere Stunden lang auf 180°, so erfolgt eine Umbildung, wie in der Methylreihe. Neben einer humusartigen Substanz wird Amylamin in erheblicher Menge gebildet. Die so erhaltene Base wurde durch die Analyse des Platinsalzes identificirt. Der Versuch gab 33.22 pCt. Platin, das Amylaminplatinsalz enthält 33.61 pCt.

Bei der Analyse der Amylverbindung wurden folgende Zahlen erhalten:

	I	II	III	IV	V
C	78.51	78.4	78.68	78.34	—
H	11.09	11.36	11.55	11.16	—
N	—	—	—	—	10.21

Aus diesen Zahlen berechne ich die Formel

$$C_{10}H_{17}N,$$

welche folgende Werthe verlangt:

			Mittel der Versuche
C_{10}	120	79.47	78.48
H_{17}	17	11.25	11.29
N	14	9.28	10.21
	151	100.00	

Man sieht, der Kohlenstoff, welchen die Analyse geliefert ha bleibt um ein ganzes Procent hinter dem berechneten zurück. Au würde ich Anstand nehmen, die Formel

$$C_{10}H_{17}N$$

als den Ausdruck für die Zusammensetzung des Körpers gelten z lassen, wenn sie nicht in der Analyse der Platinverbindung ei willkommene Bestätigung fände.

Diese Platinverbindung wird als gelber amorpher Nieders auf Zusatz von Platinchlorid zu der salzsauren Lösung gefällt. D selbe wurde bei 100° getrocknet. Das Salz wurde dreimal dar stellt, und die drei Präparate zu den folgenden Analysen verwend deren Ergebnisse ich mit den für die Formel

$$2(C_{10}H_{17}N.HCl)PtCl_4$$

berechneten Werthen zusammenstelle.

	Theorie		Versuch						
			I	II	III	IV	V	VI	VII
C_{20}	240	33.62	34.26	34.04	—	—	—	—	—
H_{36}	36	5.04	5.16	5.41	—	—	—	—	—
N_2	28	3.92	—	—	—	—	—	—	—
Pt	197	27.59	—	—	27.31	27.43	27.28	27.42	27.
Cl_6	213	29.83	—	—	—	—	—	—	—
	714	100.00							

Bedenkt man, dass auch die Amylverbindung immer noch Begierde Sauerstoff anzieht, so erklärt sich wohl der bei der Ana des Öles selber auftretende Kohlenstoffverlust in ungezwunge Weise. Durch ähnliche theilweise Oxydation wird denn auch Abweichung der für die Methylverbindung (S. 766) gefundenen berechneten Zahlen eine Erklärung finden.

Wird die oben angenommene Formel, welche ich angesic der schwankenden Versuchszahlen nicht ohne Zurückhaltung ge

durch weitere Versuche bestätigt, so würde sich die Bildung der Amylverbindung, sowie sämmtlicher analoger Verbindungen, durch die Annahme erklären, dass 1 Molecul der betreffenden Jodide sich mit 1 Molecul Kaliumhydroxyd in der Weise umsetzt, dass sich die stechend riechende Verbindung und Jodkalium bilden, während der Sauerstoff des Kaliumhydroxyds in der gleichzeitig entstandenen ulminartigen Materie Verwerthung fände. Für die Amylverbindung hätte man

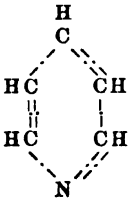
$$C_5H_5N.C_5H_{11}I + KHO = C_5H_5NC_5H_{11}H + KI + O.$$

Ganz ähnlich würden die Methyl- und Äthylverbindungen zusammengesetzt sein. Man hätte die Reihe

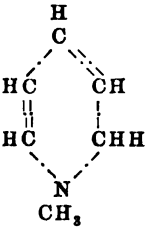
Methylverbindung, $C_5H_5NCH_2H$
Äthylverbindung, $C_5H_5NC_2H_5H$
Amylverbindung, $C_5H_5NC_5H_{11}H$,

und wenn man die ziemlich allgemein angenommene ringförmige Bildung des Pyridins gelten lassen will, so wären die riechenden Verbindungen einfach durch die Lösung einer Doppelbindung entstanden.

Pyridin



Hydromethylpyridin



Die Versuche, auf welche sich die im Vorhergehenden mitgetheilten Auffassungen stützen, lassen vieles zu wünschen übrig. Die Schwierigkeiten, welche sich der Untersuchung entgegenstellen, sind theilweise in der Veränderlichkeit der neuen Körper begründet, sie werden aber auch ganz besonders durch den verhältnissmässig kleinen Maafsstab bedingt, in dem man arbeiten muss. Ich habe bereits auf die reichlichen Quantitäten von Pyridin hingewiesen, die ich der Güte des Hrn. Dr. Krämer verdanke, aber trotzdem habe ich niemals über nur einigermaassen erhebliche Mengen der neuen Körper verfügt. Es hat daher an Versuchen, die Ausbeute zu erhöhen, begreiflich nicht gefehlt. Da sich bei der Bildung der Verbindung der Sauerstoff des Kaliumhydrats auf einen Theil der Sub-

stanz zu werfen scheint, so lag der Gedanke nahe, diesen Sauerstoff durch den Zusatz leichtoxydirbarer Materien, Zinkstaub, Zinnchlorür und dergl., zu fixiren.

Es hat sich aber auf diesem Wege die Ausbeute nicht vermehren lassen.

Auch die Anwendung von Reductionsmitteln in wässriger Lösung hat den erwünschten Erfolg nicht erzielt. Bei diesen Versuchen sind aber einige bemerkenswerthe Erscheinungen beobachtet worden die hier noch erwähnt werden sollen.

Einwirkung von Natriumamalgam auf Methylpyridylammoniumjodid

Eine kalte, wässrige Lösung dieses Salzes färbt sich, mit dem Amalgam in Berührung gebracht, alsbald blau; gleichzeitig scheiden sich an dem Metalle farblose Öltröpfchen aus, welche sich an der Oberfläche der Flüssigkeit bald zu einer farblosen Schicht vereinigen. Diese Substanz besitzt ebenfalls einen eigenthümlichen, scharfen, die Schleimhäute heftig reizenden Geruch, welcher besonders beim Erhitzen stark hervortritt; derselbe zeigt aber keinerlei Ähnlichkeit mit demjenigen der Hydroalkylkörper, welche ich oben beschrieben habe. In der Kälte erstarrt das Öl allmählich zu einer krystallinischen Masse. Diese wurde von der Flüssigkeit getrennt, mit kaltem Alkohol gewaschen, alsdann in Äther gelöst und wieder mit Alkohol gefällt. So wurden schöne, grosse, farblose Krystalle erhalten, welche sich aber schnell verändern. Selbst unter der Recipienten der Luftpumpe werden sie schon über Nacht schwarz und sind bald darauf zu einer schwarzen, zähen Masse zerflossen. Die frisch bereiteten Krystalle lösen sich langsam in Salzsäure auf, bei dieser Lösung erleiden sie aber schon eine tiefgehende Veränderung; Alkalien fällen aus der Lösung eine gelatinöse Materie, von der ursprünglichen ganz und gar verschieden. Mit Platinchlorid liefert die salzsaure Lösung einen amorphen, gelben Niederschlag. Bemerkenswerth ist das Verhalten der Krystalle zu einer Lösung von Silbernitrat. Aus dieser Lösung scheiden sie schon in der Kälte, schneller bei gelindem Erwärmen eine reichliche Menge metallischen Silbers aus. Entfernt man den Überschuss des Silbers mit Salzsäure, so liefert die Lösung mit Platinchlorid einen gelben, krystallinischen Niederschlag, welcher an seine äusseren Erscheinung und durch die Analyse als das Platinsalz

des Methylpyridylammoniums erkannt wurde. Es wurden nämlich 32.59 pCt. Platin gefunden, während die Formel 32.83 pCt. verlangt.

Die Lösungen des Äthyl- und Amylpyridylammoniumjodids verhalten sich gegen Natriumamalgam gerade so wie die der Methylverbindung; indessen sind die gebildeten Verbindungen bisher nur im flüssigen Zustande beobachtet worden. Beide zeigen gegen Silbernitrat dasselbe charakteristische Verhalten. Aus beiden wird unter Ausscheidung von metallischem Silber die ursprüngliche Materie zurückgebildet. Die Zurückbildung wurde in beiden Fällen durch die Darstellung und Analyse der betreffenden Platinsalze festgestellt. Beide Salze sind gut krystallisirt. Das Platinsalz der Äthylverbindung gab bei der Analyse 31.33 pCt. Platin, während die Theorie 31.37 verlangt. Bei der Analyse des Platinsalzes der Amylverbindungen wurden 27.55 pCt. Platin erhalten; dem Salze des Amylpyridylammoniums entsprechen 27.66 pCt.

Die durch die Einwirkung des Natriumamalgams auf die Jodide des Methyl-, Äthyl- und Amylpyridylammoniums entstehenden Verbindungen sind so veränderlich, dass ich nicht im Stande gewesen bin, ihre Zusammensetzung festzustellen; um so erfreulicher war es, dass die analoge Behandlung der Benzylverbindung des Pyridins einen krystallischen Körper lieferte, welcher, obwohl immer noch sehr veränderlich, sich gleichwohl für die Analyse eignete.

Die Darstellung der Benzylverbindung ist derjenigen der Körper der Methyl-, Äthyl- und Amylreihe vollkommen entsprechend. Der leichteren Beschaffbarkeit des Benzylchlorids halber geht man begreiflich in diesem Falle von dem Chloride des Benzylpyridylammoniums aus. Auch bei diesem Salze scheidet sich durch Eintragen von Natriumamalgam in die wässrige Lösung des Chlorids alsbald ein Öl aus, welches in Äther aufgenommen und mit absolutem Alkohol gefällt wird. Es scheiden sich schöne, kaum gefärbte Nadeln aus, die mit kaltem Alkohol gewaschen werden können. In heissem Alkohol lösen sie sich mit tiefbrauner Farbe auf, um sich beim Erkalten wieder ziemlich farblos abzusetzen. Man erleidet aber durch Umkrystallisiren einen nicht unerheblichen Verlust. Beim Trocknen unter der Luftpumpe werden die Krystalle, aber nur oberflächlich, dunkel, indem auch hier eine Oxydation unverkennbar ist.

Bei der Analyse von Krystallen, die aus zwei verschiedenen Bereitungen stammten, wurden Zahlen erhalten, welche zu der Formel

$$C_{24}H_{24}N_2$$

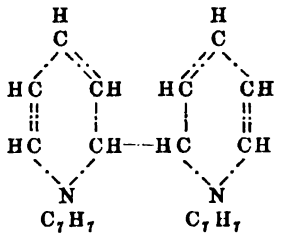
führen.

	Theorie		Versuch	
C_{24}	288	84.71	84.23	83.95
H_{24}	24	7.05	7.23	7.31
N_2	28	8.24	—	—
	340	100.00		

Hiernach wird bei der Bildung dieses Körpers einfach Chl entzogen, und es legen sich alsdann zwei Molecule der entchlorte Verbindung aneinander:

$$2C_5H_5NC_7H_7Cl + 2Na = 2NaCl + \begin{matrix} C_5H_5NC_7H_7 \\ | \\ C_5H_5NC_7H_7 \end{matrix}$$

In jedem der ringförmig gedachten Molecule wird eine Doppel bindung gelöst, und beide Reste haften dann aneinander. Die Benzyl verbindung wäre hiernach:



In der oben gegebenen Bildungsgleichung ist angenommen wo den, dass das Chor durch das Natrium entzogen werde. Das Chl tritt jedenfalls schliesslich in der Form von Chlornatrium aus. I ist aber doch wohl richtiger anzunehmen, dass es der durch d Amalgam entwickelte Wasserstoff ist, welcher das Chlor entfer Hierfür spricht einerseits die Thatsache, dass man die Doppelbas durch Metalle, z. B. Zink in wässriger Lösung, nicht erhält, and rerseits der Umstand, dass auch die durch Silberoxyd in Freih gesetzten Hydroxyde mit Natriumamalgam alsbald die Doppelbas bilden. Hier erfolgt die Bildung unter Ausscheidung von Wasse welche nur durch Wasserstoff bewirkt werden kann:

$$2C_5H_5NC_7H_7OH + HH = 2H_2O + \begin{matrix} C_5H_5NC_7H_7 \\ | \\ C_5H_5NC_7H_7 \end{matrix}$$

Auch die Benzylverbindung, ebenso wie die entsprechenden Glieder der Methyl-, Äthyl- und Amylreihe, geht bei der Behandlung mit Silbernitrat leicht wieder in ein Salz der ursprünglichen Base zurück. Diese letztere ist ebenfalls durch eine Platinbestimmung identificirt worden. Das aus der zurückgebildeten Verbindung dargestellte schwerlösliche krystallinische Platinsalz hinterliess bei dem Verbrennen 25.98 pCt. Platin. Das Benzylpyridylplatinsalz enthält 26.19 pCt.

In welcher Weise erfolgt nun oben die Rückbildung der Monohydroxylverbindung aus dem Doppelmolecul? Ein Mol. Wasser und 1 Mol. Silberoxyd enthalten die Elemente von 1 Mol. Silber und zwei Hydroxylgruppen, durch deren Antritt die zusammengelagerten Fragmente wieder vervollständigt und einer gesonderten Existenz fähig werden:

$$\left.\begin{matrix} C_5H_5NC_7H_7 \\ \vdots \\ C_5H_5NC_7H_7 \end{matrix}\right\} + H_2O + Ag_2O = Ag_2 + 2C_5H_5NC_7H_7OH.$$

Es schien mir von Interesse, diese Rückbildung quantitativ zu verfolgen. Zu dem Ende wurden 0.3488^g der Benzylverbindung mit einer abgewogenen Menge Silbernitrat behandelt, das ausgeschiedene Silber abfiltrirt und das gelöst gebliebene als Chlorid gefällt. Es zeigte sich, dass 0.3611^g Silbernitrat für die Umwandlung verbraucht worden waren. Das Silber in dieser Menge würde als Oxyd 4 87 pCt. Sauerstoff enthalten haben. Der oben gegebenen Gleichung nach hätten 4.70 pCt. verbraucht werden müssen.

Nach diesem Ergebnisse kann die Natur des durch Natriumamalgam aus der Benzylverbindung gebildeten Productes nicht zweifelhaft sein, und es versteht sich von selbst, dass auch den in der Methyl-, Äthyl- und Amylreihe gebildeten Körpern eine ähnliche Constitution zukommen muss. Es verdient hier daran erinnert zu werden, dass Anderson bereits aus dem Pyridin selbst durch Natrium ein Doppelpyridin, ein Dipyridin, dargestellt hat, welches sich indessen der hier beschriebenen Klasse von Verbindungen nicht direct anschliesst.

Noch will ich bemerken, dass sich die Doppelbasen bei der Einwirkung der Salzsäure in hoher Temperatur ganz ähnlich verhalten wie die Hydroalkylpyridine. Es entstehen humusartige Verbindungen, während die Alkylgruppen in der Form primärer Alkyl-

amine austreten. Die Bildung derselben wurde sowohl in der Methyl-, Äthyl- und Amylreihe, als auch in der Benzylreihe nachgewiesen. Das im letzteren Falle erzeugte Benzylamin wurde noch besonders durch die Analyse des Platinsalzes identificirt. Der Versuch gab 31.25 pCt. Platin, während das Benzylamin-Platinsalz 31.47 pCt. enthält.

Schliesslich soll nicht unerwähnt bleiben, dass sich, so weit meine Untersuchungen reichen, die Alkyljodide der Homologen des Pyridins sowohl gegen Natriumhydroxyd als auch gegen Natriumamalgam gerade so verhalten, wie die Alkyljodide des Pyridins. Die Versuche sind zumal mit Picolin und Lutidin angestellt worden. In allen Fällen, welche untersucht wurden, zeigten sich vollkommen ähnliche Erscheinungen, da aber die Natur des Picolins sowohl, als des Lutidins, mit welchen gearbeitet wurde, nicht mit Sicherheit festgestellt war, so unterlasse ich, an dieser Stelle auf weitere Einzelnheiten einzugehen.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Hrn. N. Nagai, dessen Hilfe ich schon mehrfach dankbar anzuerkennen hatte, für die auch bei den beschriebenen Versuchen von Neuem bewährte Ausdauer, Sachkenntniss und Geschicklichkeit meinen besten Dank auszusprechen.

Hr. Helmholtz legte zwei Arbeiten des Dr. E. Goldstein vor:

I.

Über die Reflexion elektrischer Strahlen.

Man hat bisher mit Hrn. W. Hittorf (Pogg. Ann. 136) angenommen, dass die von der Kathode der Inductionsentladung sich ausbreitenden (geradlinigen) elektrischen Strahlen da enden, wo sie auf eine feste Wand treffen, dass sie über den Schnittpunkt mit letzterer sich nach keiner Richtung weiter fortpflanzen können [1]).

Die Versuche, die mich zur Ablehnung dieser Annahme führten, knüpfen an an eine Beobachtung von Hrn. E. Wiedemann (Wied. Ann. XI, 236). Hr. Wiedemann bemerkte bei einer Röhre von der Form der Fig. 1 (Taf.), wo die zur Axe des Gefässes G senkrechte Scheibe K die Kathode bildet, grünes Phosphorescenzlicht, wie die Kathodenstrahlen es verursachen, an der Gefässwand nicht bloss bis zu der geradlinig von K aus zu erreichenden Stelle x, sondern auch jenseits der Biegung ein mattes Leuchten des Rohrstücks r, und einen helleren Phosphorescenzfleck F an der Wand von C gegenüber der Mündung von r_1. Die Bewegungen der kleinen Fläche F unter dem Einflusse eines Magneten zeigten, dass dieselbe direct durch elektrische Strahlen, nicht etwa durch blosse am Glase reflectirte optische Strahlen erzeugt wurde.

Hr. Wiedemann ist geneigt, die Erscheinung durch die von mir aufgefundenen Deflexionswirkungen [2]) zu erklären, unter der

---

[1]) Nur Hr. J. Puluj (Wien. Ber. 1880. (1) S. 886) hat eine beschränkte Reflexionsfähigkeit der Kathodenstrahlen unter der Voraussetzung angenommen, dass das Kathodenlicht aus abgeschleuderten Elektrodentheilchen besteht, da „nicht einzusehen ist, warum dieselben an der Wand im Allgemeinen keine Reflexion erfahren sollten". Ein Versuch, den Hr. Puluj zur Aufsuchung der Reflexion anstellt, ist meines Erachtens nicht unter Bedingungen angestellt, unter denen eine etwaige Reflexion nachweisbar wäre. Was Hr. Puluj für Phosphorescenz durch reflectirte Strahlen hält, ist theils Phosphorescenz durch positives Licht sogenannter recurrenter Ströme in dem Röhrensystem, theils Phosphorescenz durch directe Kathodenstrahlen, welche Hr. Puluj unwissentlich dadurch hervorruft, dass er die Gefässwand, um das Licht zu concentriren, mit dem Finger ableitend berührt. Näheres in einer demnächst erscheinenden ausführlicheren Arbeit.

[2]) Goldstein, Monatsber. d. Königl. Akad. d. Wiss. 1876, S. 285;

Annahme, dass die Glaswand bei x sich ladet und als schwa Kathode wirkend das bei ihr vorbeistreichende Strahlenbündel a seiner zur Ebene K normalen Anfangsrichtung in die Richtu nach F hin ablenkt.

Diese Erklärung war mir aus zwei Gründen unwahrscheinlich

1) weil die Fläche F immer viel lichtschwächer ist, als d Phosphorescenz, welche directe Kathodenstrahlen bei wirklich Eindringen in C erregen. Man kann die Kathodenstrahlen zu Zweck dieser Vergleichung durch einen schwachen Magneten krümmen, dass sie die Biegung bei x überwinden können. No sicherer führt man die Vergleichung ohne Anwendung eines Magn an einem Gefässe wie Fig. 2 aus, wo den Kathodenstrahlen auf d einen Seite wie in Fig. 1 der Weg durch das gebogene Rohr r auf der anderen Seite der Weg durch das gleich lange gerade, K senkrechte Rohr r_2 geboten ist.

2) weil die Fläche F jedesmal gänzlich verschwindet, w man dem Rohr rr_1 noch eine zweite Biegung giebt, gleichviel welcher Richtung diese zweite Biegung geht. Bei deflectorisch Ablenkungen, deren ein Strahl beliebig viele erleiden kann, wä dies nicht eintreten.

Sind nun die Strahlen, welche die Fläche F hervorbring nicht directe Strahlen der Kathode K, so ist zweierlei denkbar:

a) die von den Kathodenstrahlen direct getroffenen Stell um x laden sich dadurch mit negativer Elektricität und erreich so hohe Spannung, dass sie selbst wieder eine Kathode darstell und elektrische Strahlen aussenden, welche dann F erzeugen;

b) die Strahlen, welche F erzeugen, sind Strahlen der K thode K, die beim Auftreffen auf die feste Wandung Reflexion leiden. Bei dieser Reflexion müsste zugleich entweder die ph phorescenzerregende Kraft der Strahlen oder ihre Dichtigkeit, e sprechend der geringen Lichtstärke von F, geschwächt werden.

Die Annahme ad *a*) ist, wie ich unten näher zeige, aus schliessen; denn die fraglichen Erscheinungen werden nicht ge dert, wenn die von den Kathodenstrahlen direct getroffene Flä aus Metall besteht, und wenn man diese Metallfläche zur Ano der Entladung macht.

---

ferner: Eine neue Form elektrischer Abstossung (Berlin 1880). Refer Wiedem. Beibl. 1880, S. 822 ff.

Nimmt man nun, der aufgestellten Alternative gemäss, eine Reflexion an, so ist sogleich wieder eine Reflexion nach dem Gesetze der optischen Spiegelung auszuschliessen.

Es bleibt nämlich die Lage und Form der Fläche F unverändert, auch wenn man die Biegung bei x zwischen 25° und 80° variirt. Es kann somit das Gesetz von der Gleichheit des Einfallswinkels und des Reflexionswinkels, bez. die Regel, dass bei einer Drehung der Spiegelfläche gegen den ankommenden Strahl der reflectirte Strahl die doppelte Drehung erleidet, nicht erfüllt sein.

Wohl aber lassen sich zahlreiche Versuche anstellen, welche übereinstimmend das Vorhandensein einer diffusen Reflexion nachweisen, bei der von jedem direct getroffenen Punkte der Wandung nach allen Seiten hin Strahlen sich fortpflanzen.

Ist die diffuse Reflexion nachgewiesen, so erklärt sich durch die damit unmittelbar gegebene Verminderung der Dichtigkeit des auffallenden Strahlenbündels die gegen direct bestrahlte Stellen so geringe Lichtstärke von F ohne Weiteres.

Zunächst erhält man gleichzeitig der Fläche F entsprechende Erscheinungen in den Cylindern C_1 und C_2 bei einem Gefäss wie Fig. 3. Die bis x nahe parallel sich ausbreitenden Strahlen pflanzen sich also nach der Reflexion nach mindestens zwei, auf einander senkrechten, Richtungen fort.

Als Experimentum crucis diente folgender Versuch:

Zwischen das Kathodengefäss G und die Biegung bei x wurde noch (Fig. 4) ein Behälter B eingeschaltet, um ein, um die Axe a drehbares, ebenes Papierdiaphragma D aufzunehmen, das mit einem in der Richtung von a verlaufenden, ca. 1^{mm} breiten Schlitz versehen ist. Fällt die Ebene des Diaphragma in die Axe von r, so fängt seine Schneide keinen in Betracht kommenden Theil des 7^{mm} dicken Strahlenbündels auf, welches von der Kathode her das Rohr r durchdringt. Steht D dagegen senkrecht zur Axe von r, so kann aus diesem Bündel nur der von dem schmalen Schlitz hindurchgelassene Theil bis zur Biegung x dringen. Bei einer spiegelnden Reflexion müsste dann Grösse und Gestalt des Fleckes F sich merklich ändern. Dieser Fleck ist in allen vorhergehenden Versuchen, und ebenso hier, wenn D zunächst die ersterwähnte Stellung hat, einer wenig excentrischen Ellipse ähnlich. Ihre kleinere, zugleich in die Ebene der Biegung rr_1 fallende Axe ist an dem nahe 3^{cm} im Durchmesser

haltenden Gefäss C etwa doppelt so gross als der Durchmesser von r_1. Markirt man nun durch Tintepunkte an der Aussenwand von C die Lage, Form und Grösse von F, wenn das Diaphragma die Kathodenstrahlen nur mit der Schneide auffängt, und stellt alsdann das Diaphragma quer, so bleiben Lage, Form und Grösse der Fläche F unverändert, nur ihre Helligkeit ist nach der Querstellung des Diaphragmas bedeutend vermindert.

Wird statt des geschlitzten Diaphragma eine undurchbrochene Platte in den Behälter B gebracht, welche frei beweglich, je nach der Lage des ganzen Gefässes, entweder die obere oder die untere die rechte oder die linke Hälfte des Kathodenbündels abschneidet (indem sie einen entsprechenden Theil der Mündung von r verdeckt) so bleiben ebenfalls Lage, Form und Grösse der Fläche F unverändert, und nur die Helligkeit vermindert sich auf der ganzen Fläche am stärksten aber in der Hälfte, welche der abgeschnittenen Bündelhälfte gegenüber liegt. Die Fläche ist also z. B. am dunkelsten in der oberen Hälfte, wenn man die untere Hälfte des Kathodenbündels auffängt.

Man sieht leicht, wie diese Beobachtungen, unvereinbar mit spiegelnder Zurückwerfung, vollkommen übereinstimmen mit der Annahme einer diffusen Reflexion der Kathodenstrahlen.

Für das nähere Studium dieser diffusen Reflexion benutzt man zweckmässiger als das Wiedemann'sche Gefäss Röhren von der Form Fig. 5. Die von der Kathode K durch das Verbindungsrohr hindurchgesandten Strahlen treffen in dem weiten Cylinder Z, um einfachere Verhältnisse zu haben, auf eine ebene Platte P, welche an einem innerhalb Z mit Glas isolirten Draht d befestigt ist. k ist ein mittelst Siegellack den Cylinder Z dicht verschliessender Kautschukstopfen, dessen Abnahme Vertauschungen der Platte P, sowie sonstige wünschenswerthe Variationen des Versuchsarrangements ermöglicht.

Ist P eine Platte aus phosphorescirendem Glase, so können die direct einfallenden Strahlen nur an der Stelle s einen ovalen sehr hellen, grünen Phosphorescenzfleck erzeugen. Man sieht aber deutlich, wie durch die diffuse Reflexion von dieser Stelle aus die ganze, oberhalb der Ebene von P liegende Wandung von Z bis zu den Propfen k hin, in mattem Grün phosphorescirt, um so schwächer je weiter der betreffende Theil der Wandung von s entfernt ist.

Bestreicht man die Platte P mit Kreide, so leuchtet ihre Fläche

bei *s* alsdann orangeroth, die Wand von *Z* aber, wie vorher, grün, — zum Beweise, dass dieses Leuchten nicht auf optischem Reflexe beruht. Ebenso bleibt die Phosphorescenz durch diffuse Reflexion bestehen, wenn *P* aus irgend einem Material gebildet wird, das überhaupt nicht phosphoresciren kann. Es ist ferner gleichgültig, ob *P* aus einem Isolator oder aus einer Metallplatte besteht. Im letzteren Falle kann man sogar *P* zur Anode der Entladung machen, ohne dass die Reflexion der Strahlen irgendwie geschwächt erscheint.

Die Anode einer Entladung nimmt die letztere aus den Kathodenstrahlen also auch dann nicht einmal auf, wenn die elektrischen Strahlen direct gegen die Anodenfläche anprallen. Ferner sieht man, wie schon oben angedeutet, dass die hier behandelte Erscheinung nicht darauf beruhen kann, dass die direct von den Kathodenstrahlen getroffene Fläche etwa sich selbst in eine Kathode verwandelt.

Bringt man zwischen die Platte *P* und die phosphorescirende Wand von *Z* schmale Schattenobjecte, z. B. (Fig. 6) den Draht *D*, dessen Distanz von *P* durch Drehung um die Axe *D* variirt werden kann, so lässt der Charakter der diffusen Reflexion von der direct bestrahlten Stelle *s* aus sich sehr gut erkennen. Denn der Schatten des Drahtes *D* erscheint nur schmal und scharf, wenn der Draht der Gefässwand dicht genähert ist; rückt *D* von der Wand ab nach *P* hin, so wird sein Schatten sehr bald breit und verwaschen.

Schneidet man durch eine in *Z* an die Mündung von *r* eingebrachte bewegliche kleine Glimmerplatte wieder einen Theil der einfallenden Kathodenstrahlen ab, so wird dadurch die direct getroffene Stelle *s* natürlich verkleinert. Je mehr diese Verkleinerung fortschreitet, desto schmaler und schärfer wird der Schatten von *D* — ganz entsprechend dem, was unter der Annahme diffuser Reflexion zu erwarten ist.

Von den sonstigen experimentell bestätigten Consequenzen dieser Annahme will ich hier nur noch eine hervorheben. Es kann als bekannt gelten, dass ein von einer ebenen Kathode ausgesandtes Strahlenbündel, nachdem es, wie in Fig. 7, durch den beispielsweise kreisförmigen Ausschnitt eines den Röhrenquerschnitt ausfüllenden Diaphragma gegangen, an der flachen Wandung *W* eine gut begrenzte kreisförmige Lichtfigur in dunklem Grunde liefert.

Nach unseren Annahmen über die Diffusion der Kathodenstrahlen darf dies nicht mehr eintreten, wenn an Stelle des dünnen

Diaphragma ein an beiden Enden offenes Rohr r (Cylinder) di Strahlen durchlässt (Fig. 8). Denn da die verschiedenen Strahle einer ebenen Kathode einander nicht völlig parallel sind, sondern auc um den centralen Theil der Kathode etwas divergiren, so muss ein The von ihnen an die Wandung des Rohres r anprallen und von da diffu reflectirt werden. Der Antheil diffundirter Strahlen, der nach C ge langt, muss dann um die helle Fläche, welche von den directen Stra len erzeugt wird, einen ausgedehnten erleuchteten Hof bilden. Ma findet dies in der That bestätigt; und wenn man in C noch eine schattenwerfenden Draht δ anbringt, so ist der Schatten desselbe scharf und schmal in der direct bestrahlten Fläche, breiter un verwaschen in dem umgebenden Hofe. Dies zeigt sich auch, wen δ zur Anode gemacht wird. Man sieht daraus, dass der Breite unterschied der Schatten nicht etwa auf einer stärkeren deflecto schen Ablenkung beruht, welche δ in scheinbar neutralem Zusta als schwache Kathode wirkend, den reflectirten Strahlen mittheil Die letzteren sind an sich übrigens fähig, deflectirt zu werden, w man erkennt, wenn man δ, statt es zur Anode zu machen, zur Er ableitet oder einen schmalen Stromantheil von der Kathode zu il abzweigt.

Die Bewegungen des Schattens von δ unter dem Einfluss ein Magneten, bei anderen Arrangements die Bewegungen der Fläche unter gleichem Einfluss zeigen, dass die reflectirten Strahlen merklich gleicher Art abgelenkt werden, wie directe Kathoden strahlen, deren Verlauf mit dem der reflectirten Strahlen zusamme fiele.

Liegt r äquatoreal über einem Hufeisenmagneten von geeigne ter Stärke, so werden die directen Kathodenstrahlen, bevor sie erreichen, an die obere oder untere Wandung von r gedrückt; i C verschwindet dann entsprechend die von den directen Strahle erzeugte Phosphorescenzfläche (φ); es bleibt aber der lichte Ho der ausserdem jetzt auch die Stelle der Fläche φ ausfüllt; derse entspricht nun ganz der Wiedemann'schen Fläche F: die Ent stehung der Fläche beruht hier auf den diffusen Strahlen, welch von den durch die magnetisirten Strahlen noch getroffenen Theile des geraden Rohres r ausgehen. Je weiter man die Fusspunkte de directen Strahlen durch den Magneten nach G hin verschiebt, des

[1]) N. F. elektr. Abstoss. S. 124.

ichtschwächer wird die Fläche F, weil dann ein immer kleinerer Theil von r Strahlen reflectirt.

Im Ganzen hat die vorhergehende Versuchsreihe also zu folgenden Resultaten geführt, die ich in einer anderweiten Veröffentlichung noch ausführlicher zu belegen gedenke:

Ein Bündel Kathodenstrahlen endet, wenigstens unter den Umständen, unter denen es Phosphorescenz erregt, nicht da, wo es auf eine feste Wand trifft, sondern von jedem getroffenen Punkte der Wandung pflanzen sich nach allen Richtungen im Gasraume elektrische Strahlen fort. Diese Strahlen sind als reflectirte zu betrachten. Als reflectirende Fläche kann anscheinend jede feste Wandung von beliebiger Beschaffenheit dienen. Es ist gleichgültig, ob dieselbe phosphorescenzfähig ist oder nicht, ob sie aus einem Isolator oder aus einem Leiter besteht. Die Reflexion ist eine diffuse, gleichviel ob die reflectirende Oberfläche eine matte oder eine möglichst glatte ist. — Eine Anode reflectirt die Kathodenstrahlen merklich ebenso, wie eine neutrale Leiterfläche oder ein Isolator. Die reflectirten Strahlen haben, wie die directen Kathodenstrahlen, die Fähigkeit, an ihren Enden Phosphorescenz zu erregen. Sie sind der Deflexion unterworfen, und von einem Magneten werden ihre Enden im selben Sinne abgelenkt, wie die Enden von Kathodenstrahlen, die von der reflectirenden Fläche nach der von den reflectirten Strahlen getroffenen Stelle sich ausbreiten würden.

II.

Über den Einfluss der Kathodenform auf die Vertheilung des Phosphorescenzlichtes Geissler'scher Röhren.

Als Kathoden der Inductionsentladung in verdünnten Gasen sind für systematische Untersuchungen bisher fast durchweg cylindrische (gerade abgeschnittene) Drähte benutzt worden, in einzelnen Fällen kugelförmige Elektroden, noch vereinzelter ebene Kreisscheiben. Derartige Kathodenflächen, welche durch unendlich viele Schnitte in immer gleichgestaltete Hälften getheilt werden können, lassen eine Classe von Erscheinungen nicht hervortreten, die ich an Kathodenflächen von regelmässigem Umriss, auf denen indess keiner Symmetrierichtung eine unendliche Anzahl gleichwerthiger entspricht, aufgefunden habe. Es handelt sich um höchst regelmässige,

dabei aber den Kathodengestalten selbst meist durchaus unähnliche Figuren, zu denen das Phosphorescenzlicht der von jenen Kathoden aus bestrahlten Gefässwandungen sich anordnet. Unter Vorbehalt einer detaillirten Darstellung erlaube ich mir hier eine allgemeine Charakteristik der wesentlichsten Erscheinungstypen dieses Gebietes zu geben [1]).

Zunächst wurden concave sphärische Kathodenformen untersucht, aus ungehärtetem Stahlblech hergestellt, das nach den betreffenden Kugelformen erst gestanzt und dann nachgeschliffen wurde. Die Kathoden waren im Mittelpunkt ihrer Convexseite an Drähte angelöthet, welche die Entladung zuführten, selbst aber von der Kathode ab bis zum Austritt aus dem Gefässe durch ein übergeschobenes Thermometerrohr isolirt waren.

Die Entladungsgefässe waren Glaskugeln von 4 — 5^{cm} Radius, die Axe des als Kathode eingesetzten sphärischen Hohlspiegels fiel in einen Durchmesser des Gefässes. Der Abstand der Kathode von der Wandung, auf diesem Durchmesser vom Spiegelmittelpunkt aus gemessen, konnte variirt werden; für die zunächst zu erwähnenden Versuche wurde er gleich dem doppelten Krümmungsradius der Kathodenschale gemacht.

Nimmt man nun z. B. an, wie dies Crookes in seinen bekannten Veröffentlichungen thut, dass von jedem Punkte einer concaven Kathode nur ein nach der Flächennormale gerichteter geradliniger Strahl sich ausbreitet, so würde das Phosphorescenzbild eine Kugelschale auf einer um den doppelten Krümmungsradius vom letzteren entfernten sphärischen concaven Wand ein in Form und Dimensionen identisches Abbild der Kathode sein, wenn das Kugelgefäss gleichen Radius wie die Kathode hätte; es wäre ein gleiches in der Form, sehr nahe in den Dimensionen übereinstimmendes Abbild, wenn der Gefässradius wie in meinen Versuchen grösser ist als derjenige der Kathode, ohne dass die letztere jedoch eine bedeutende Apertur hat. In dem Charakter der zu erwartenden Erscheinung wird nichts hier Wesentliches geändert, wenn man auch die schwächere Phosphorescenz berücksichtigt, welche die von der

[1]) Eine vorläufige Notiz ist im Wien. Akad. Anzeiger vom 13. Juni d. J. abgedruckt. — Die Erscheinung unähnlicher Abbildungen einer Kathode im Phosphorescenzlicht hatte ich für den Fall cylindrischer Krümmung der Kathode schon 1876 (Wien. Sitzungsber. LXXIV. (2) S. 465) erwähnt.

Rand-Elementen der Kathode schräg bis zu tangentialer Richtung ausgesandten Strahlen[1]) veranlassen.

1. Fig. 9[a] stellt in natürlicher Grösse ein Quadrat dar, das nach einer Kugel von 40[mm] Durchmesser geschliffen wurde, und Fig. 9[b] stellt ebenfalls in natürlicher Grösse das Phosphorescenzbild dar, welches diese Kathode bei starker Evacuation auf einem Gefäss von 8[cm] Durchmesser erzeugt: einen vierstrahligen Lichtstern, dessen Strahlenaxen senkrecht sind zu den Seiten des Kathodenquadrats.

In die Lichtfigur ist, um die relative Orientirung, wie sie sich perspectivisch darstellt, zu charakterisiren, mit schwarzen Punkten nochmals der Kathodenumriss eingezeichnet.

Bei äusserster Verdünnung treten, wenig markirt, in diesem Bilde noch vier viel kürzere, von der Mitte der Erscheinung ausgehende Strahlen auf, welche den Richtungen der Kathodendiagonalen entsprechen[2]).

Ein gleichseitiges, nach derselben Form gekrümmtes Dreieck erzeugt (Fig. 10) einen dreistrahligen Stern, dessen Strahlenaxen senkrecht stehen auf den Dreiecksseiten. Entsprechend geben die Formen des Fünf-, Sechs-, Sieben- und Achtecks Sterne, deren Strahlenzahl mit der Seitenanzahl des Polygons übereinstimmt, und deren Strahlenaxen perspectivisch die Mitten der entsprechenden Polygonseiten unter rechtem Winkel kreuzen.

Bemerkenswerth ist die Orientirung dieser Bilder gegen die Kathode in genetischer Hinsicht. Verdeckt man nämlich den oberen Theil eines Kathodenpolygons durch einen zwischen Kathode und Krümmungsmittelpunkt ihr nahe gestellten Schirm, so fehlen im Bilde dann ebenfalls obere Sternarme. Die letzteren werden also nicht, wie man wohl erwartet hätte, durch die Strahlung der diametral gegenüberliegenden Theile der Kathode erzeugt.

---

[1]) N. F. elektr. Abstoss. S. 11.

[2]) In den beigegebenen Abbildungen von Theilen einer Kugelfläche sind die Bogen grösster Kreise zwischen dem Centrum der Lichtfigur und den einzelnen Punkten der die Lichtflächen begrenzenden Contouren annähernd dargestellt durch ihre Sehnen, resp. in den verkleinerten Figuren durch die entsprechenden aliquoten Theile dieser Sehnen. Es entspricht dies dem angewandten Messungsverfahren, bei welchem Entfernungen auf der Kugeloberfläche durch die directe Spitzendistanz eines aufgesetzten Zirkels bestimmt wurden.

Ein vierarmiges Kreuz (Fig. 11[a] nat. Gr.), ebenfalls nach ein Kugel von 40[mm] Durchmesser geschlagen und geschliffen, giebt a der Wand eines 8[cm]-Gefässes die Figur 11[b], in welcher ebenfal zur Andeutung der relativen Lage die Kathode noch punktirt ei gezeichnet ist.

Den Metallarmen der Kathode entsprechen also in der Pho phorescenzfigur dunkle Arme eines Kreuzes, die Lichtfelder cor spondiren mit den Zwischenräumen der Kathodenschenkel.

Ist die Kathode entsprechend dreiarmig gebaut (mit Winke von 120° zwischen je zwei Schenkeln), so erhält man eine Fig mit drei dunkeln Armen. Die letzteren fallen perspectivisch wie auf die Metallschenkel, die hellen Felder auf die Zwischenräu zwischen den Metallarmen[1]). Bei der vierstrahligen Figur si indess, gleiche Breite und gleiche vom Centrum aus gemesse Länge der Kathodenschenkel vorausgesetzt, die dunkeln Arme d Bildfigur viel schmaler als bei der dreistrahligen.

Analoge Figuren ergeben sich, wenn die Kathode fünf od sechs (gleichmässig vertheilte) Arme hat, nur werden die dunk Felder, welche den Metallarmen entsprechen, nicht nur absol sondern auch relativ, d. h. im Verhältniss zur Breite der hel Zwischenfelder, mit wachsender Schenkelzahl immer schmaler.

Diese beiden Formtypen, das Polygon und der aus Rechtec gebildete Stern, mögen vorläufig zur Veranschaulichung der b starker Evacuation auftretenden Bildformen genügen.

2. Die Bilder derartiger Kathoden ändern sich wesentlich b variirender Gasdichte.

Die oben charakterisirten Bildformen gelten für Gasdichte die in der Nähe von $\frac{1}{100}$[mm] Quecksilberdruck liegen. Man ka die Phosphorescenz indess, wenn man zugleich Funken in fre Luft in die Entladung einschaltet, von Drucken ab, die wenig un 1[mm] oder selbst oberhalb dieses Druckes liegen, verfolgen. Ma erhält dann zum Beispiel für die vierarmige Kreuzkathode Fig. 11 (Krümmungsradius 20[mm]) nach einander die Bilder 12[a] bis 12

---

[1]) Eine Angabe in Carl's Repert. 1880 S. 244, wonach eine Art de strahligen Sterns einfach ein aufrechtes Abbild der Kathode liefert, habe ich in zahlreichen Versuchen zur Reproduction des dort angegebenen Arran ments niemals bestätigen können.

auf welches letztere dann bei noch stärkerer Evacuation das in 11^b dargestellte Bild folgt.

Also zuerst ein Abbild der Kathodenform selbst, ein Kreuz nahe in den Dimensionen einer cylindrischen Projection der Kathode auf die Wand. Die Arme des Bildkreuzes verschmälern sich, und seine Schenkel werden zu den Mittellinien eines wohlcontourirten Quadrates, das als erleuchteter Untergrund um das Kreuz hervortritt. Bei abnehmender Dichte verkleinert sich das Quadrat, während seine Erleuchtung immer mehr zunimmt. Seine Seiten verlängern sich (12^c) über die Winkelpunkte hinaus und bilden Spitzbogen, die auf den Quadratseiten ruhen. Das Mittelkreuz verschwindet, nur der Kreuzungspunkt seiner Schenkel bleibt als heller Mittelpunkt der ganzen Erscheinung zurück.

Das Quadrat wird nun immer kleiner und im selben Verhältniss verschmälern sich die aufgesetzten Spitzbogen. Dies geschieht, indem die concaven Seiten ihrer Grenzcontouren einander immer mehr sich nähern, und sich über einander verschieben (12^d und ^{e}). Indem mit wachsender Gasverdünnung diese Verschiebung im selben Sinne fortschreitet, treten die vorher sich kreuzenden Bogenpaare schliesslich ganz auseinander und lassen zwischen ihren convexen Seiten einen dunkeln Zwischenraum; und so entsteht die schon in Figur 11^b für starke Evacuation dargestellte Form des dunkeln Kreuzes.

Die vorstehend dargestellte Reihe von Veränderungen ist typisch auch für die successiven Bilder, welche Kreuze bez. Sterne von anderer Schenkelzahl geben.

Man erhält jedesmal zuerst ein der Kathode sehr ähnliches Bild annähernd in ihren natürlichen Dimensionen. Die Betrachtung dieses Falles für den dreistrahligen und den fünfstrahligen Stern (Fig. 13 und Fig. 14) lässt hierbei erkennen, was bei dem vierstrahligen und überhaupt bei geradzahligen regulären Sternen sich nicht markiren kann, dass diese Bilder umgekehrte, durch Strahlenkreuzung entstehende Abbildungen der Kathode sind.

Um diese Abbildungen erhellt sich dann der Untergrund, von soviel Seiten begrenzt, als der Kathodenstern Schenkel hat. Die Schenkel der Bildsterne bilden die kleinen Radien der so entstehenden Polygone. Bei fortschreitender Gasverdünnung verkleinern sich diese Bildpolygone, indem ihre Flächen immer heller werden; die eingezeichneten Bildsterne verschwinden bis auf die hell noch eine

Zeit lang markirt bleibenden Mittelpunkte. Auf jede Seite des Polygons erscheint ein Spitzbogen analog wie in Fig. 12^d aufgesetzt. Die concaven Spitzbogencontouren nähern sich einander immer mehr je weiter die Verdünnung geht, und schliesslich treten durch ganz entsprechende Verschiebungen der Bogen, wie bei Fig. 12^f und 12^g zwischen hellen Feldern dunkle Schenkel hervor, welche letztere wieder mit den Metallarmen der Kathode correspondiren.

Für die Kathoden von Polygonform mag der Typus der successiven Veränderungen bei abnehmender Gasdichte durch die Bilderreihe illustrirt werden, welche ein concav sphärisches Quadrat liefert (Fig. 15). Fig. *c* und *d* sind dabei der Deutlichkeit halber im Verhältniss etwas zu gross dargestellt.

Hat das Kathodenpolygon ungerade Seitenzahl, so sind die den Figuren 15^{b-d} entsprechenden Lichtpolygone umgekehrt orientirt wie die Kathodenpolygone, analog der an den ungeradzahligen Sternkathoden gewonnenen Beobachtung.

Die bisher beschriebenen und abgebildeten Lichtgestalten sind an den Phosphorescenzbildern der betreffenden Kathode dasjenige was dem Beobachter zunächst und stets überwiegend ins Auge fällt. Bei näherer Betrachtung bemerkt man indess, dass auch die übrige Fläche der Gefässkugel nicht ganz lichtlos ist, sondern noch an verschiedenen Stellen lichtschwächere Phosphorescenzflächen zeigt. Die Begrenzungen dieser Flächen sind bei den Figuren der Sternkathoden Verlängerungen der Lichtcurven, welche die Hauptfigur begrenzen, bei den Polygonkathoden sind es Erweiterungen der an der Lichtfigur beobachteten Sternstrahlen. Theils weil hiermit eine vorläufig hinreichende Ergänzung der gezeichneten und beschriebenen Bilder durch diese lichtschwächeren Partien dem Leser möglich sein dürfte, theils der räumlichen Öconomie wegen absstrahire ich bis zu einer ausführlicheren Darstellung für die einzelnen Beobachtungen von einem näheren Eingehen auf jene Aussenpartien. Als veranschaulichendes Beispiel diene das in Fig. 16^a und 16^b gezeichnete Bild einer ca. 9^{cm} im Durchmesser haltenden Gefässkugel, wie es bei Anwendung der Kreuzkathode Fig. 11^a in der Spitzbogenphase und in der Phase des dunkeln Kreuzes sich darstellt.

3. Ich habe ausser den Formen, welche durch blosse Variation von Seiten- und Schenkelzahl bei Polygonen und bei aus Rechtecken zusammengesetzten Sternen sich ergeben, noch die Bilder zahlrei-

ober anderer, theils einfacher, theils zusammengesetzter Kathodenfiguren untersucht, um Generelles und Individuelles möglichst scheiden zu können. So wurden z. B. von einfachen Formen untersucht: Rechteck, Rhombus, Rhomboid, gleichschenklig-rechtwinkliges Dreieck etc.; von zusammengesetzten Formen: schiefwinklige, aus Rechtecken zusammengesetzte Kreuze, sowie Kreuze aus gleichschenkligen Dreiecken gebildet, welche letzteren entweder mit den Spitzen oder mit den Grundflächen zusammenstiessen; ferner Figuren, die aus Quadraten durch Ausschneiden von Kreissegmenten oder von kleineren Quadraten an den vier Seiten entstehen, etc.

Soweit an den Bildern dieser Kathodenformen nur der Einfluss des concreten Kathodenumrisses und der variirenden Gasdichte sich manifestirt, glaube ich bis zu einer ausführlicheren Darlegung des Ganzen von einer Schilderung der betreffenden Erscheinungen absehen zu sollen.

Für alle die erwähnten Kathodenformen aber gelten gemeinsam folgende Regelmässigkeiten (4—7):

4. Bei constanter Gasdichte ändern sich die Formen der Phosphorescenzbilder (nicht nur ihre absoluten Dimensionen), wenn die Distanz der Kathode von der Gefässwand sich ändert, und zwar treten bei abnehmender Wanddistanz ganz dieselben Figuren und in derselben Reihenfolge auf, wie bei constanter Wanddistanz und abnehmender Gasdichte.

Statt die Wanddistanz durch Verschiebung der Kathode zu ändern, kann man auch, wie in einem Gefäss Fig. 17, die auffangende Wand *W* gegen die Kathode verschieben.

Stellt man die Versuche mit variirender Wanddistanz auch bei verschiedener Gasdichte an, so muss man, um eine bestimmte Bildform in eine andere bestimmte aus derselben Figurenreihe übergehen zu lassen, die Wand um eine desto grössere Strecke verschieben, je geringer die Gasdichte ist.

Dies zeigt, dass alle Figuren, welche eine Kathode bei abnehmender Gasdichte an einer fixirten Wand hervorruft, schon bei einer concreten, beliebig gewählten Gasdichte hinter einander im Raume gleichzeitig existiren, und dass die verschiedenen Bilder entstehen, indem die Strahlen an verschiedenen Stellen des Raumes sich in verschiedener Weise kreuzen und configuriren. — Bei abnehmender Gasdichte strecken sich die Bilder auseinander und von der Kathode weg, wohl indem die von der Kathode aus zunächst

convergirenden Strahlen weniger convergent werden und da, sie hinter der Durchkreuzung divergiren, ihre Divergenz vermind

Der geschilderte Einfluss der Wanddistanz lässt erwarten, die in Fig. 12 und Fig. 15 mit Beispielen belegte Bilderreihe um den doppelten Krümmungsradius entfernten Kathode noch alle Formen umfasst, welche die betreffende Kathode überh produciren kann, sondern dass eine Verminderung der Wanddist bei höchster erreichbarer Verdünnung im Allgemeinen noch derte Bilder geben würde. Dieser Schluss findet sich bestä indess sind meist die dann noch auftretenden Veränderungen mehr so auffallend wie bis zu den ohnedies erreichbaren For Als weiterhin verwerthbar erwähne ich daher vorläufig nur, bei einer Verminderung der Wanddistanz die dunkeln Arme Kreuzes in Fig. 11[b] zunächst noch beträchtlich an Breite nehmen.

5. Wenn man congruente, anfangs plane Figuren nach K von verschiedenem Radius ϱ, ϱ_1, ϱ_2 stanzt und dann in congru Gefässen den Kathoden gleiche Wanddistanz giebt, so stellen gleicher Dichte ihre Bilder verschiedene Phasen der von einer zigen solchen Kathode bei variirender Wanddistanz zu erziele Figurenreihe dar; und zwar entspricht die von einer bestim Kathode K erzeugte Figur einer desto grösseren Wanddistanz Vergleichskathode, je grösser die Krümmung der Kathode K i

Dies Resultat wäre wohl auch a priori als wahrscheinlich erachten. Indess würde man vielleicht vermuthen, dann gl zeitig gleiche Figuren von verschiedenen (in planem Zustande gruenten) Kathoden zu erhalten, wenn man bei verschied Krümmungsradius ϱ, ϱ_1, ϱ_2 ... die Wanddistanz gleich $n\varrho$, $n\varrho_1$, gleich demselben Vielfachen oder Submultiplum des Krümm radius machte, also z. B. jede der Kathoden um ihren dopp Krümmungsradius von der Wanddistanz entfernt aufstellt.

Aber auch dann zeigt der Versuch die Bildphasen verschied und die Verstärkung der Krümmung wirkt im selben Sinne cet. par. eine Vergrösserung der Wanddistanz oder eine Vermehr der Gasdichte.

Dieser Einfluss geht so weit, dass es bei einigermaassen st gekrümmten Kathoden gar nicht mehr sich möglich erweist, d Verdünnung des Gases diejenigen Formen der Figurenreihe her zurufen, welche bei minder stark gekrümmten Elektroden den

ten Stufen der Dichtescala entsprechen. Man kann z. B. bei m vierarmigen Kreuz wie Fig. 11[a], dessen Krümmungsradius t 20^{mm} nur $12\frac{1}{2}^{mm}$ beträgt, durch Gasverdünnung beim Ab- de 2ϱ nicht mehr bis zur Phase des dunkeln Kreuzes (Fig. 11[e]) ngen. Die Figur, die hier bei der äussersten Verdünnung vor äschen des Stromes entsteht, ist die Spitzbogenfigur (12[c]).

6. Lässt man die allgemeine Form einer Kathode und ihre mmung unverändert, vergrössert aber die Apertur der Kathode, wirkt diese Vergrösserung ebenfalls wie eine Vergrösserung der nddistanz.

Ersetzt man z. B. ein Quadrat von 12^{mm} Seite, das nach einer gel von 40^{mm} Durchmesser gestanzt ist, durch ein gleich ge- mmtes von 30^{mm} Seitenlänge, so kommt man auch bei der ersten Verdünnung nicht weiter als bis zur Fig. 15[d], während kleine Quadrat alsdann die Fig. 15[g] zeigt.

Analoges tritt bei den complicirteren Kathodenformen, also k bei dem aus Rechtecken zusammengesetzten vierarmigen Kreuz g. 11[a]), hervor. Wird das Kreuz von 20^{mm} auf 25^{mm} verlängert, e Änderung der Schenkelbreite, so ist durch die grösste Ver- mung, bei welcher der Strom noch durchgeht, eben noch das kle Kreuz zum Erscheinen zu bringen; irgend welche erhebliche ite ist den dunkeln Schenkeln aber nicht mitzutheilen.

Wird das Kreuz auf 40^{mm} verlängert, so erscheint das dunkle uz überhaupt nicht mehr, und man erreicht durch stärkste eanirung nur die Fig. 12[c], die breiten Spitzbogen.

Die Resultate sind qualitativ identisch, wenn man neben der nge der Schenkel im selben Verhältniss ihre Breite vermehrt[1]).

7. Die in No. 5 erwähnten Versuche zeigen, dass die Bild- se sich ändert, wenn plane congruente Kathodenplatten nach schiedenen Kugeln gekrümmt werden. Da dieselbe Figur, an

[1]) In einer Beziehung lassen die in den vorhergehenden beiden Para- phen behandelten Änderungen der Kathoden-Krümmung und Apertur nicht ner sich ganz compensiren durch Änderungen der Gasdichte oder der nddistanz: das der Fig. 15[g] entsprechende Schlussglied der Bilderreihe es Kathodenpolygons zeigt bei den Kathoden von grösserer Krümmung w. von grösserer Apertur eine reichere Differenzirung und feineres Detail; gröbere Figur kann man bei diesen Kathoden nicht hervorrufen. Näheres der ausführlichen Darstellung.

verschiedene Kugeln geschmiegt, einen Spiegel von um so grösserer Apertur bilden wird, je kleiner der Kugelradius ist, so könnte es scheinen, als wäre das in No. 5 über den Einfluss vergrösserter Krümmung angeführte Resultat vielleicht nur bedingt durch den in No. 6 dargelegten Einfluss der vergrösserten Apertur.

Dann würde man erwarten, dass Kathoden von gleicher Form und verschiedener Krümmung bei gleicher Apertur in Wanddistanzen, die gleiche Vielfache ihres Krümmungsradius darstellen, bei gleicher Gasdichte gleiche Bildphasen geben.

Ich liess nach diesem Princip eine Reihe von Kathoden herstellen, z. B. drei vierarmige Kreuze I, II, III von

(I)	(II)	(III)	
$12\frac{1}{2}^{mm}$	20^{mm}	$26\frac{1}{4}^{mm}$	Krümmungsradius (ϱ).

Ihre Längen waren:

$12\frac{1}{2}^{mm}$	20^{mm}	$26\frac{1}{4}^{mm}$,	

und ihre Schenkelbreiten:

$2\frac{1}{2}^{mm}$	4^{mm}	$5\frac{1}{3}^{mm}$	

Die Kathoden bedeckten demnach sämmtlich gleiche aliquote Theile ihrer Krümmungskugeln. Sie wurden um je 2ϱ, also bei 25^{mm}, 40^{mm}, $53\frac{1}{3}^{mm}$ von der Wand gleicher Kugelgefässe entfernt aufgestellt.

Es ergab sich, dass auch hier keine Identität der Bildphasen für gleiche Dichte stattfindet, sondern die Bilder der Kathoden II und III entsprachen jedesmal solchen Figuren, wie die Kathoden sie bei vergrösserter Wanddistanz geben müsste. — Dies fand statt, gleichviel ob man die beiden Elektroden jedes der drei Entladungsgefässe einzeln mit den Polen des Inductoriums verband, oder ob man, um gleicher Entladungsintensität sicher zu sein, den Strom gleichzeitig durch alle drei hinter einander verbundenen Gefässe und ihre Kathoden schickte.

8. Die bei sphärischen Kathoden auftretenden Phosphorescenzfiguren werden, wie zu erwarten, durch andere ersetzt, wenn man die ursprünglich planen Kathoden nicht nach Kugeln stanzt, sondern sie auf Cylinder oder Kegel abwickelt.

Ich begnüge mich in diesem cursorischen Bericht hervorzuheben, dass bei Cylinderkathoden die Phosphorescenzbilder verschieden sind je nach der Lage, welche die Axe des Krümmungs-

cylinders gegen die Symmetrielinien der Kathodenfigur hat. Man erhält z. B. bei einer auf einen Cylinder abgewickelten Quadratkathode andere Bilder, je nachdem die Cylinderaxe parallel einer Seite des Quadrats, oder parallel einer Diagonale desselben verläuft. Ebenso sind ausgeprägte Unterschiede bei den Bildern der Kreuzfiguren vorhanden, je nachdem die Cylinderaxe in Richtung der Kreuzschenkel verläuft oder die Winkel zwischen den Kreuzarmen halbirt.

9. Was nun die Ursache der bisher geschilderten Phänomene betrifft, so dürfte gegenüber einem jedenfalls noch unvollständig bekannten Erscheinungsgebiete eine gewisse Reserve in der Aufstellung von Erklärungen wohl am Platze sein. Ein Zweifel an der Durchführbarkeit des Versuchs, einen grossen Theil dieser Erscheinungen mit bereits bekannten Ursachen in einfache Verbindung zu bringen, dürfte durch die in No. 10 niedergelegten Beobachtungen über die sogar von ebenen Kathoden gelieferten Bilder nur gestützt werden Ich glaube höchstens einige experimentelle Andeutungen über die Richtung wiedergeben zu sollen, in welcher anscheinend eine Erklärung für mehrere Erscheinungen der Sternkathoden zu suchen sein dürfte. Über die Ursache der meisten Erscheinungen, welche die oben erwähnten Polygonkathoden liefern, erlaube ich mir hier noch keine Muthmaassung. Die sternförmigen Kathoden sind allerdings auch Polygone, mit einspringenden Winkeln, und ihre causale Trennung von den oben behandelten Polygonflächen könnte auf den ersten Blick unnatürlich erscheinen. Indess sind die an den Sternkathoden zu erklärenden Erscheinungen hauptsächlich solche, welche gerade mit dem Vorhandensein der einspringenden Winkel eng zusammenhängen, und die schon aus einer Berücksichtigung nur der Flächenränder mit grosser Annäherung abzuleiten sind. Die von den eigentlichen Flächen veranlassten Erscheinungen treten bei diesen Kathodenformen, deren Flächenräume relativ unbedeutend sind im Verhältniss zur Ausdehnung ihres Umrisses, zurück gegen die durch die Einbuchtungen des Umrisses und seine Ränder bedingten Phänomene, und die ersteren bleiben hier also ebenso unerklärt wie bei den Polygonen mit concaven Winkeln, bei denen die Flächenerscheinungen aber das Ganze der beobachteten Erscheinungen überhaupt darstellen. Nur die bei geringen Verdünnungen an beiden Arten von Polygonen

wahrnehmbaren Flächenerscheinungen lassen sich in erster Annäherung erklären.

Dass die bei relativ geringen Verdünnungen auftretenden Abbildungen einer Sternkathode dadurch entstehen, dass die von der einen Flächenhälfte ausgesandten Strahlen mit denen der anderen Hälfte sich kreuzen, war schon durch die früher erwähnten Versuche mit Sternen von ungerader Schenkelzahl (S. 785) wahrscheinlich gemacht. Besser zeigen es indess Versuche mit schattenwerfenden Schirmen, die ausserdem den Beweis auch für geradzahlige Kathoden liefern.

Stellt man nämlich (Fig. 18[a]) einen Schirm aus Papier oder aus Glimmer vor der Kathode in einem Abstand von ihrem Centrum auf, der kleiner als der Krümmungsradius ist, derart dass z. B. die untere Hälfte der Kreuzkathode verdeckt ist, so fehlt in dem Phosphorescenzbilde die obere Hälfte des Kreuzes (Fig. 18[b]).

Da bei einer bestimmten Gasdichte diese Bilder für die Wanddistanz 2ρ nahe gleiche Dimensionen wie die Kathode selbst zeigen, so folgt (abweichend von der Eingangs erwähnten generellen Behauptung), dass die bilderzeugenden Strahlen mindestens unter einem grossen Theile unter diesen Umständen senkrecht auf den emittirenden Flächenelementen sind, — vorausgesetzt, dass wir ihren Verlauf bis zur Wandung als geradlinig betrachten dürfen.

(Durch ganz entsprechende Versuche findet man, dass die bei geringen Verdünnungen beobachteten Abbildungen der gewöhnlichen Polygonkathoden durch Kreuzung der Strahlen entstehen, welche von symmetrisch zum Kathodencentrum gelegenen Punkten ausgehen.)

Wie das Abbild der Kreuzkathode ist auch in der Contour des Vierseits, welches (Fig. 12[b]) bei abnehmender Gasdichte auf das Bildkreuz auftritt, jede Seite aus Strahlen der gegenüberliegenden Kathodenhälfte gebildet. Wie aber die Figur dieses Vierseits des Nähern zu Stande kommt, bleibt noch festzustellen.

Über die bei geringerer Dichte auftretenden Bildformen erhält man befriedigendere Aufklärung; man braucht zunächst nur eine Schirmplatte P (Fig. 19[a]) zwischen ein Paar Kreuzschenkel einzuschalten, so dass sie nach der Concavseite über die Kathode hervorragt. Die Schirmplatte sei rechteckig, und der nach der Bildseite vorgeschobene Rand der Platte heisse ihr Vorderrand. Ich vermuthete und fand es bestätigt, dass die den stärkeren Ver-

dünnungen entsprechenden Figuren entstehen, indem die von einem Kathodenschenkel ausgesandten Strahlen von dem benachbarten Schenkel eine Abstossung erleiden gleicher oder ähnlicher Art, wie ich sie in meiner Arbeit über die Deflexion beschrieben habe. — Durch eine feste Platte wirkt die Deflexion nicht hindurch.

Entsteht nun ohne die Zwischenplatte bei starker Evacuation die wiederholt erwähnte Figur mit dem dunkeln Kreuz, so erhält man bei Einschaltung der Platte das Bild Fig. 19^b, oder, wenn der Vorderrand von P weniger über die Kathode hinausragt, die Fig. 19^c.

Im ersten Falle erscheint also in der Phosphorescenzfigur nur der linke Grenzbogen des oberen Kreuzschenkels und nur der untere Grenzbogen des rechtsseitigen Schenkels; die beiden dunkeln Schenkel selbst sind gar nicht wahrnehmbar, sondern der Raum zwischen den erwähnten beiden Grenzbogen ist von continuirlicher Erleuchtung erfüllt.

Die fehlenden beiden Grenzbogen entstehen also durch eine von der Zwischenplatte verhinderte, bez. beeinträchtigte Wirkung zwischen dem oberen und dem rechtsseitigen Schenkel.

Wird die Platte ein wenig zurückgezogen, so erscheint, wie erwähnt, das Bild Fig. 19^c. Die im ersten Bilde fehlenden dunkeln Arme treten hier als ganz schmale Streifen auf, und die entsprechenden beiden Grenzcurven sind sehr lichtschwach. Je mehr die Zwischenplatte gegen die Kathode hin zurückgezogen wird, desto breiter werden die beiden dunkeln Arme, und desto mehr nähert sich auch die Helligkeit der beiden Grenzcurven der normalen. —

Die Einwirkung zwischen je zwei benachbarten Schenkeln, welcher die dunkeln Arme ihre Entstehung verdanken, kann zunächst in dreierlei Form gedacht werden, entweder 1) als unmittelbare Wirkung der beiden Kathodenschenkel auf einander, welche mittelbar dann den Gang ihrer elektrischen Strahlen alterirte; oder 2) als Wirkung jedes Schenkels auf das von dem anderen ausgesandte Strahlensystem; oder endlich 3) als Wirkung der beiden Strahlensysteme auf einander.

Eine nähere Erörterung über die relative Brauchbarkeit der drei concurrirenden Hypothesen würde hier zu weit führen; ich erlaube mir lediglich zu bemerken, dass die Annahme ad 1), soviel ich sehe, mit den Detailerscheinungen der Deflexion in nicht

zu beseitigenden Widerspruch tritt; zwischen 2) und 3) kann noch nicht bestimmt entschieden werden. Mit Rücksicht darauf indem dass die dritte Annahme einige experimentell vorläufig noch nicht erwiesene, accessorische Annahmen erfordert, werde ich die weiter versuchte Erklärung in der Sprache der Hypothese 2) ausdrücken, die ich auch in meiner Arbeit über die Deflexion zur näheren Beschreibung der Thatsachen durchweg benutzt habe.

Werden nun (Fig. 20) von dem Rande *a* des rechten Schenkels 1 nach *b* hin Strahlen gesandt, so müssen diese nach den Gesetzen der Deflexion von dem Rande *b* und der ganzen Fläche von 2 abgestossen werden. Dasselbe findet für die vom linken Schenkel emittirten Strahlen bei *c* statt. Es sei Fig. 21 eine reine Darstellung der Kathode, bei der dieselbe aus der Lage Fig. 20 mit der oberen Hälfte um 90° nach vorn herausgedreht ist, und *l*, *r* mögen bezüglich die oberen Ränder des linken und des rechten Schenkels, *o* den perspectivisch verkürzten oberen Schenkel andeuten. Die Abstossung, welche *o* auf die von *r* und *l* emittirten Strahlensysteme ausübt, bewirkt dann, dass die gegenseitige Convergenz der beiden letzteren sich vermindert, jedoch so, dass beide Strahlensysteme immer noch einander durchkreuzen (bei *x* in Fig. 22).

Rückt nun eine zur Ebene der Zeichnung senkrechte phosphorescenzfähige Platte in den strahlenleeren Raum zwischen die Kreuzungsstelle *x* und *o*, so wird sich auf ihr ein dunkler Raum zeigen, begrenzt durch die hellen Durchschnitte mit den abgestossenen Strahlensystemen, — also der obere Schenkel des dunkeln Kreuzes mit seinen beiden hellen Grenzbogen. Mit abnehmender Gasdichte verstärkt sich die Abstossung; die Convergenz beider Strahlenbündel wird also noch mehr verringert, der Kreuzungspunkt *x* rückt weiter von der Kathode ab, und die Platte kann nun, um das dunkle Kreuz zu zeigen, einen grösseren Abstand von der Kathode haben, als vorher. Wie sich schon bei Untersuchung der Deflexion zeigte, werden durch die der abstossenden Fläche näheren Strahlen die entfernteren gleichsam mit fortgerissen, dabei aber um kleinere Winkel als die ersteren abgelenkt: es findet also eine Zusammendrängung der abgelenkten Strahlen an der nach der abstossenden Fläche gekehrten Seite statt — daher die grosse Helligkeit der schmalen, die dunkeln Arme unmittelbar begrenzenden Contouren.

Rückt die phosphorescirende Platte von *o* weg über *x* hinaus

so muss das dunkle Kreuz auf ihr natürlich verschwinden, da die Platte in einen *o* gegenüber mit Strahlen erfüllten Raum gelangt. Es muss dann auf der Platte gegenüber *o* ein helles Feld erscheinen, dessen äussere Contouren wieder von dem Durchschnitt der Platte mit den Grenzwänden der abgelenkten Strahlensysteme gebildet werden. Berücksichtigt man, dass nach der Form der dunkeln Kreuzarme die gekrümmten Wände dieser Strahlensysteme vor der Durchkreuzung einander ihre convexen Seiten zukehren, so müssen jenseits *x* ihre concaven Seiten einander zugewendet sein, und es müssen sich die durch Beobachtung gefundenen „Spitzbogen" bilden.

Es wird somit der obere Spitzbogen (Fig. 23) nicht, wie man wohl Anfangs erwartet hätte, durch Strahlen des oberen Kathodenschenkels gebildet, sondern er entsteht durch die Strahlen der beiden horizontalen Kathodenarme, und zwar die linke Hälfte und speciell die Contourlinie *l* aus Strahlen des rechtsseitigen Schenkels *R*, die rechte Seite aus Strahlen des Schenkels *L*.

Ist diese Auffassung der Spitzbogen richtig, so muss sie durch Versuche mit Schattenobjecten sich bestätigen lassen. Dies findet in der That statt.

Setzt man eine Platte als Schattenobject nahe vor die Kathode, so dass sie z. B. wie in Fig. 24^a schräg die eine Hälfte der Kathode verdeckt, so beobachtet man bei der Dichte, welche dem Auftreten der Spitzbogen entspricht, das Phosphorescenzbild Fig. 24^b. Die schwarzen Punkte deuten die fehlenden Begrenzungen an. Die Erscheinung stimmt auf das Genaueste mit der oben gegebenen Erklärung überein.

Evacuirt man bis zu der Dichte, welcher bei unverdeckter Kathode die Figur mit dunklem Kreuz entspricht, so erhält man das Bild Fig. 25. Durch Vergleichung mit 24^b erkennt man hier auch sehr gut, dass die gegen einander convexen Grenzcurven eines dunkeln Armes nichts Anderes sind als die über einander weggeschobenen, zuvor gegen einander concaven Grenzlinien eines Spitzbogens.

10. Die merkwürdigsten Erscheinungen auf dem hier betrachteten Gebiete sind indess wohl diejenigen, welche ganz ebene Kathodenplatten liefern.

Dass ebene Kathodenplatten, wenn sie eingezackt sind, Erscheinungen werden geben können, welche denen des dunkeln

Kreuzes analog sind, wird nach dem Vorhergehenden zu vermuthen sein; denn es werden die von dem einen Rande der Einzackung emittirten Strahlen am anderen Rande derselben abgestossen werden. In der That giebt z. B. auch ein vierarmiges ebenes Kreuz (Fig. 26[a]) bei 3—4[cm] Wandabstand eine solche Figur (26[b]).

Die bei dem gekrümmten Kathodenkreuz beobachteten Figuren 12[c], 12[d] u. s. w. treten hier nicht auf, sondern es entwickelt sich sobald überhaupt bei abnehmender Gasdichte eine Figur erkennbar wird, das dunkle Kreuz; mit weiter verringerter Gasdichte vergrössert es die Breite seiner Arme und lässt in den dem Centrum nächsten Partien der letzteren einen nach aussen rundlich begrenzten Lichtnebel erscheinen (Fig. 27).

Wird die Wanddistanz, welche 3—4[cm] betrug, vermindert, so zieht der Nebel bei zunehmender Helligkeit sich immer mehr zu schärferer Gliederung zusammen, und bei ca. $1\frac{1}{2}$[cm] Wanddistanz erhält man das in Fig. 28 dargestellte Bild: in jedem der vier sonst dunkeln Arme erscheint ein zierlich gegabelter Lichtstrang, dessen Gabelung mit mattem, rundlich begrenzten Lichte ausgefüllt ist, während von einer Gabel zur anderen sich die Bogen eines mildleuchtenden Kreisringes wölben.

Wenn man ein (concav-) sphärisches Kreuz von denselben Dimensionen als Kathode benutzt, dessen Krümmungsradius aber grösser als 25[mm] ist, so bemerkt man in den Armen des oft erwähnten dunkeln Kreuzes, das bei geringer Dichte auftritt, ebenfalls schon diese Lichtgabeln. Es findet also, wie zu erwarten, ein allmäliger Übergang statt von den Formen gekrümmter Kathoden zu denen der ebenen Platten, und es sind principiell für die Erscheinungsbilder der sphärischen Kathoden auch die Lichtformen der planen Flächen maassgebend. Soweit nun für die von den letzteren erzeugten Bilder eine Erklärung sich noch nicht geben lässt, bleibt vorläufig auch für eine Anzahl von Erscheinungen der gekrümmten Flächen die causale Ableitung undurchführbar. Das dunkle Kreuz, welches von der ebenen Kreuzkathode producirt wird, konnten wir voraussehen; nicht a priori zu erwarten sind aber die Erscheinungen, welche von Einzackungen und concaven Rändern freie ebene Platten liefern, und die eine ganz neue Classe von Phänomenen darstellen.

Vorweg bemerke ich im Allgemeinen, dass die Bilder ebener Platten sich mit abnehmender Dichte zwar auch etwas ändern, aber

weit weniger als die Figuren bei gekrümmten Kathoden, und vielfach nur soweit, dass die bei einer bestimmten Dichte hervortretende Figur bei abnehmender Dichte ein reicheres Detail und bestimmtere Contourirungen in etwas zunehmenden Dimensionen erhält. Sollen diese Figuren durch verhältnissmässig kleinflächige Kathoden (1—$1\frac{1}{2}$ □cm) erzeugt werden, so müssen die letztern der Wand des Kugelgefässes ziemlich nahe stehen. Je grösser die Kathodenfläche bei sonst gleicher Form ist, bei desto grösserer Wanddistanz erscheinen die Figuren bereits. Geht man für eine bestimmte Kathode über eine gewisse Distanz hinaus, so erscheint eine nicht weiter gegliederte continuirlich erleuchtete Phosphorescenzfläche, deren Helligkeit von der Mitte nach aussen stetig und langsam abnimmt.

Wird als Kathode ein ebenes Quadrat benutzt, so erhält man an der Wand des kugligen Entladungsgefässes (9cm Durchmesser) das Bild Fig. 29. Die relative Grösse und Orientirung der $2\frac{1}{3}$cm von der Wand entfernten Kathode ist durch schwarze Punkte markirt.

Es erscheint also ein achtstrahliger Stern, von dessen Strahlen vier den Diagonalen der Kathode, vier ihren Mittellinien entsprechende Richtung haben. Ein wenig erleuchteter, quadratischer Raum bildet die Mitte des Grundes, auf welchem dieser Stern erscheint; den dunkeln Mittelraum umschliesst eine helle, nach aussen von vier Bogen contourirte Zone. Die vier den Mittellinien entsprechenden Strahlen haben starke Helligkeitsmaxima innerhalb dieser äusseren Zone, die vier Diagonalstreifen, welche schmaler sind als die ersteren, haben in ihrem Verlaufe gleichmässige Helligkeit; nur nahe um das Centrum der ganzen Erscheinungen haben alle acht Strahlen verstärkte Helligkeit. Die ganze Figur ist bedeutend breiter als das Kathodenquadrat, schon das dunkle Mittelquadrat übertrifft an Grösse das Kathodenquadrat.

Die Figur, welche ein Rechteck von 2cm und 1cm Seite mit horizontal liegenden längeren Seiten bei ca. $1\frac{1}{3}$cm Wanddistanz erzeugt, ist in Fig. 30 dargestellt. Die Hauptfigur ist also ein schmaler, der längeren Mittellinie des Rechtecks entsprechender Lichtstreifen, der sich an beiden Enden gabelt und von einem breiten Bande durchsetzt wird. Der Untergrund ist ein an den schmalen Seiten gerundetes Oblong.

Eine plane Kreisscheibe giebt, wie schon in der Einleitung angedeutet, gar keine besondere Figur auf der dem Untergrunde der sonstigen Figuren entsprechenden Erleuchtung, wenn man nicht

den hellen Mittelpunkt der Erscheinung als solche Figur betrachten will. Die Strahlen erzeugen eine nicht scharf begrenzte Kreisscheibe mit matt erleuchtetem Inneren und einer helleren Aussenzone. Der Mittelpunkt der Scheibe ist jedoch hell.

Eine Ellipse, deren Axen 10^{mm} und 20^{mm} betragen, giebt dagegen schon wieder ein relativ complicirtes Bild (Fig. 31). Es entspricht einer Wanddistanz von 1^{cm} in einer Kugel von ca. $9\frac{1}{2}^{cm}$ Durchmesser.

Alle diese Figuren schieben die Grenzen des Untergrundes nach aussen, je mehr die Gasdichte sich verringert.

Setzt man aus solchen einfachsten Formelementen complicirtere Kathodengestalten zusammen, so werden dadurch auch ihre Bilder noch viel complicirter. Als Beispiel mag das Bild der immerhin relativ einfachen Kathodenform Fig. 32[a] dienen, eines Quadrates, an dessen Rändern kleinere Quadrate ausgeschnitten sind. Fig. 32[b] giebt den mittleren Theil des Phosphorescenzbildes vollständig, von den nach vier Seiten sich anschliessenden Lichtschweifen der Raumersparniss halber nur zwei.

Auf eine grössere Zahl dieser übrigens vielfach durch überraschende Schönheit ausgezeichneten Erscheinungen hier bezüglich des Details einzugehen, dürfte vorläufig ohne sachliches Interesse sein, da die erwähnten einfachen Fälle das Neue und Charakteristische des Erscheinungsgebietes schon genügend hervortreten lassen, nämlich

1) die Thatsache des Auftretens der Figuren selbst;
2) den Umstand, dass die Grösse der Bilder mit der Gasdichte variirt und mindestens bei starker Evacuation die Grösse der Kathode merklich übertrifft.

Die letztere Erscheinung, der ich noch eine gesonderte Versuchsreihe gewidmet habe, kann denkbarer Weise zwei Gründe haben:

Entweder: Die Richtung der Strahlen variirt mit geänderter Gasdichte, und das von einer Ebene ausgesandte Bündel wird desto divergenter, je geringer die Gasdichte ist.

Oder: Die Richtung der Strahlen bleibt constant, und bei abnehmender Gasdichte wird nur die vorher unmerklich helle Strahlung derjenigen Flächenelemente, die schräg nach aussen gerichtete Strahlen haben, verstärkt.

Die experimentelle Prüfung ergiebt, dass der zuerst genannte Grund — Variation der Strahlrichtung bei variirender Gasdichte —

zuziehen ist. Von den verschiedenen benutzten Prüfungsmethoden chte ich wenigstens eine hier andeuten.

Wenn man in eine ebene Scheibe Striche einritzt, so markiren se Ritzen sich im Phosphorescenzbilde, für welches die Scheibe Kathode dient, als schmale dunkle Streifen. Ich liess nun z. B. Kreisscheiben concentrische und äquidistante Halbkreise so ein-en, dass der äusserste dieser Halbkreise nahe der Scheiben-ipherie lag (Fig. 33). In dem Phosphorescenzbilde erscheinen n schon bei der höchsten Gasdichte, in der es sichtbar wird, nsoviele dunkle Halbkreise, als in die Kathode eingeritzt sind, Beweise, dass schon von diesen höchsten Dichten ab auch die den äussersten Elementen erregte Phosphorescenz zur Geltung mt. Wird weiter evacuirt, so rücken die dunkeln Halbkreise er weiter auseinander, und es sind ferner bei constanter Gas-te die Abstände je zweier dunkler Halbkreise desto grösser, je er das betrachtete Paar in der ganzen Reihe nach aussen liegt. letztere Verhalten zeigt sich auch, wenn man das Phospho-enzbild nicht an einer sphärischen Wand, sondern an einer zur odenscheibe parallelen Ebene auffängt.

Die für die ebenen Scheiben geschilderten Erscheinungen führen folgenden Schlüssen, bei denen ich zunächst die „innern", nicht unmittelbar an der Aussencontour liegenden „Rand"-Elemente Auge habe:

1) Die verschiedenen Punkte einer ebenen Platte sind nicht chwerthig in Bezug auf die Emission von Kathodenstrahlen, dern die Intensität der Strahlen hängt ab von der Lage der ttirenden Elemente gegen die Contourlinie der Kathode.

2) Die Strahlen einer ebenen Kathodenplatte bilden im All-einen kein paralleles Bündel[1]), sondern die Neigung der Strah-variirt ebenfalls von Element zu Element gemäss dem Abstande der Umrisslinie der Platte.

3) Die Richtung der von jedem einzelnen Elemente ausgehen-Strahlung variirt ausserdem mit der Gasdichte; je geringer die

[1]) Nimmt man an, dass jeder Punkt einer Platte nicht bloss einen ein-Strahl, sondern einen schmalen Strahlenkegel aussendet, so würde in obigen Sätzen statt Strahl „Axe des Strahlenkegels" zu setzen sein. Ich noch mit Versuchen zur Ermittelung der oberen Aperturgrenze, welche der Strahlung eines Flächenpunktes zuschreiben darf, beschäftigt.

Gasdichte wird, desto mehr weicht die Strahlrichtung von der Normale des Elements, und zwar nach aussen hin, ab.

Ob eine Dichte existirt, bei welcher eine nach innen gerichtete Abweichung von der Normale stattfindet, bei welcher die Strahlen also convergiren, muss vorläufig dahin gestellt bleiben.

4) Die mit abnehmender Gasdichte eintretenden Abweichungen der Strahlen sind desto bedeutender, je näher das betrachtete Element der Aussengrenze der Fläche liegt.

11. Auch convexe Kathoden von regelmässigem Umriss geben regelmässige Phosphorescenzbilder.

Dabei liefern sphärisch-convexe Formen, soweit ich bisher beobachtete, dieselben Figuren wie ebene Kathoden von gleichem Umriss; nur wegen der stärkeren Divergenz der Strahlen, bei gleicher Wanddistanz in viel grösseren Dimensionen.

Bei cylindrisch gekrümmten Convexschalen sind die Figuren planer Scheiben von gleichem Umriss, wie zu erwarten, deformirt das Bild dehnt sich cet. par. senkrecht zur Cylinderaxe stärker aus als in ihrer Richtung, und um so stärker, je stärker die cylindrische Krümmung ist.

12. Eine fernere Abtheilung von einfachen Kathodenformen, die zu Figuren Anlass geben, bilden die Formen, welche „durchbrochene" heissen mögen; dahin gehören u. A. prismatische, an den Enden offene, ebene abgeschnittene Röhren, ferner Figuren (zunächst ebene), die aus Draht gebogen sind, z. B. Drahtpolygone.

Die Bilder, welche namentlich die Drahtkathoden liefern, gehören zu den schönsten, welche man überhaupt auf diesem Erscheinungsgebiete erzeugen kann.

Um wenigstens das Äusserliche ihres Zustandekommens vorstellbar zu machen, erwähne ich Folgendes:

Wenn eine an beiden Enden offene cylindrische oder prismatische, senkrecht zu ihrer Axe abgeschnittene Röhre als Kathode benutzt wird, so tritt im Verlaufe der Evacuation an beiden offenen Enden aus der Röhre ein Lichtbündel von conischem Ansehen heraus, dessen Axe mit der Röhrenaxe zusammenfällt, und das bei fortschreitender Gasverdünnung sich immer weiter in den Gasraum ausdehnt. Unter Voraussetzung geradliniger Strahlen ist das Bündel also so gerichtet, als ob es von einer, die factisch freie Öffnung der Röhre verschliessenden Metallplatte ausgesandt würde. Bei

reichender Gasverdünnung erreicht dieses Bündel die Gefäss-
und und erregt daselbst Phosphorescenz.

Das Phosphorescenzbild dieses Bündels ist verstanden unter
r Phosphorescenzfigur, welche von einer Röhrenkathode erzeugt
rd.

Im Allgemeinen kommen entsprechend den aus beiden Öffnun-
n austretenden Bündeln natürlich zwei Bilder zu Stande, welche
gruent sind, wenn z. B. das Entladungsgefäss sphärisch ist, und
Mittelpunkt der diametral gerichteten Röhrenaxe mit dem Kugel-
trum zusammenfällt.

Ähnliches wie bei einer cylindrischen Kathode findet statt,
n die Wandung der geradaxigen Röhrenkathode eine Sattelfläche
let, z. B. durch Rotation eines Kreisbogens um eine an seiner
wexseite liegende Axe entstanden ist.

Denken wir uns eine solche Röhre von sehr geringer Höhe,
kommen wir auf einen Fall, den man auch realisiren kann, in-
n man einen Flächenraum mit einem entsprechend gebogenen
ht umgrenzt. Wie senkrecht zu der Öffnung der Röhre sich
htbündel ausbreiten, so gehen sie entsprechend von den Draht-
ren senkrecht zu deren Ebene aus; dem nächsten Anschein
h ganz ähnlich, als wenn die von dem Draht umschlossene leere
che als Kathode fungirte.

Die Lichtfiguren der Drahtkathoden sind schon in geringen
fernungen von der Kathode erheblich grösser, als die von dem
ht umschlossene Fläche. Bei variirender Dichte können die
er starke Änderungen zeigen. Ich begnüge mich als Beispiel
Fig. 34[b] das Bild zu geben, welches bei starker Evacuation ein
läres Fünfeck von (innen) 12[mm] Seite, aus einem ca. 1[mm]
kem Draht gebogen (Fig. 34[a]), an der Wand eines Kugelgefässes
rte. Die Normale des Polygons aus seinem Mittelpunkt war
al gerichtet. Die wellig gebogene Contourlinie, welche die
en des fünfstrahligen Lichtsterns durchzieht, bildet eine völlig
rf gezeichnete Umgrenzung.

Giebt man dem regulären Drahtpolygon eine andere Seiten-
l (3—8), so entsteht immer ein ähnlicher Lichtstern mit der
prechenden Anzahl von Strahlen. Bei den Polygonen von un-
der Seitenzahl sind dann die Sternstrahlen wie die grossen
ien des Kathodenpolygons gerichtet. Bei den geradzahligen
lygonen dagegen entsprechen die Strahlenaxen den kleinen Poly-

gonradien, kreuzen also perspectivisch unter rechtem Winkel die Seitenmitten der Kathode. —

Mit den Erscheinungen, welche die durchbrochenen Kathodenformen darbieten, hängt auch eine Beobachtung an durchlöcherten Platten zusammen, welche zuerst überraschen könnte. Versieht man z. B. eine quadratische Platte mit einer Anzahl von Löchern (Fig. 35), so könnte man vielleicht erwarten, dass den Stellen, an denen das Metall weggenommen ist, im Phosphorescenzbilde völlige Dunkelheit oder wenigstens Lichtminima entsprechen würden. Es treten aber an den betreffenden Stellen sehr helle Maxima auf; bei einer Kathode wie Fig. 35 also sechzehn sehr helle kleine Lichtflecke. Der Grund liegt darin, dass die Wände einer jeden Durchbohrung eine niedrige offene Röhre bilden; nach dem früher Geschilderten tritt aus den Öffnungen einer solchen Röhre ein helles Lichtbündel hervor, das bei geeigneter Evacuation bis zur Wand sich ausdehnt und dort Phosphorescenz erregt.

Hr. Ewald stattete im Auftrage der Klasse folgenden das Erdbeben von Chios betreffenden Bericht ab:

Über die in ihren Wirkungen furchtbaren Erderschütterungen, von denen die Insel Chios und die benachbarten Bezirke des kleinasiatischen Festlandes seit Anfang April d. J. betroffen wurden, sind vom Kaiserl. Gesandten zu Athen Hrn. von Radowitz und ebenso vom Kaiserl. Botschafter zu Constantinopel Hrn. Grafen von Hatzfeld Berichte an den Hrn. Reichskanzler Fürsten von Bismarck gesandt worden. Von diesem wurden sie dem Königl. Cultusministerium und von letzterem der Königl. Akademie der Wissenschaften zur Kenntnissnahme mitgetheilt. Indem die Akademie ihren Dank hierfür ausspricht, hebt sie aus diesen Schriftstücken das Folgende hervor.

Aus einem vorläufigen Bericht, den der u. A. auch durch seine Arbeiten über Erdbebenkunde rühmlich bekannte Director der Sternwarte zu Athen, Hr. Julius Schmidt, am 9. April d. J. unter Benutzung der bis dahin nach Athen gelangten Nachrichten dem Hrn. von Radowitz auf dessen Wunsch abgestattet hat, lassen sich folgende Daten entnehmen:

Chios, die Stadt, wurde am 3. April, Nachmittags 1½ Uhr ver-
tet nebst 25 bis 30 anderen, meist auf dem südlichen Theil
Insel gelegenen Ortschaften. Gleicherweise wurde auf dem
n Festlande noch Tschesme nebst anderen Plätzen zerstört.
i Erdstosse ging donnerndes Getöse vorher, so dass Manche
i aus den Häusern flüchten konnten, ohne jedoch in den engen
ssen, wegen der fallenden Trümmer, dem Verderben zu ent-
n. Der Stoss selbst war von furchtbarer Gewalt und erfolgte
i Art der Explosion, wie fast immer im Centrum grosser Erd-
n. Er schleuderte die zum Theil sehr hohen Häuser empor,
sie aus einander und verstreute die Trümmer. So ward in
Stadt eine grosse Zahl von Menschen erschlagen, lebendig be-
en und mehr oder weniger schwer verwundet. Dasselbe ge-
h auf dem Lande. An vielen Orten spaltete der Boden, es
ren sich Wasser, wo deren seit langer Zeit vorhanden waren,
es zeigten sich neue an anderen Stellen. Es fanden auch Ab-
se und Abrutschungen grosser Felsmassen statt, und auf solche
verschwand das Dorf Myrmika im Meere mit 300 Einwohnern.
zum Abend des 4. April waren auf der Insel Chios 1400 Todte
egraben und möglicher oder selbst wahrscheinlicher Weise 5000
6000 Personen umgekommen.

Sehr gross und gefährlich, so fährt der Herr Berichterstatter
war das Erdbeben an benachbarten Orten, besonders auf Sa-
und vermuthlich auch in Smyrna und Mytilene. Die Stoss-
e von Chios kam nach Athen um 1 Uhr 36 Minuten Ortszeit
war hier sehr schwach. Stärker bewegt wurden Euboea, Andros,
s, Mykonos, Syra. Andere Angaben fehlten, als der Bericht
ergeschrieben wurde. Der Natur aller grossen Erdbeben ge-
s wiederholten sich die Erschütterungen und Detonationen viel-
ertfältig in ungleichen Intervallen. Die heftigen Stösse voll-
ten die am 3. April begonnenen Zerstörungen.

Die älteren Erdbeben-Kataloge bringen über Chios keine Nach-
ten von Belang, sagt Schmidt, und erst seit 1859, seitdem er
im Oriente lebenden Europäer aufgefordert habe, ihm Notizen
r eingetretene Erdstösse einzusenden, trete Chios in den Kata-
n häufiger auf. Es erhelle aber nach Aussagen von bejahrten
oten, dass die Insel oft erschüttert worden ist und, wie er an-
hmen Grund habe, jährlich mehrmals.

Chios liegt nach Schmidt in der Reihe der seit vielen Jahr-

hunderten wirksamen, stets drohenden Erdbebencentra, welche, von Imbros an, sich auf Mytilene, bei Smyrna, auf Samos, Kos, Nisyros, Rhodos, Kypros, bei Antiochia in Syrien finden, und von denen aus, wie die alten Nachrichten lehren, die grössten Unglücksfälle ihren Anfang nahmen. Eine Verschiebung der Erdbebencentra scheine hier wie anderswo nicht stattzufinden. Jedes Centrum wirke für sich, die Stosswellen 20 bis 50 geographische Meilen ringsum mit abnehmender Kraft aussendend. So werde Athen von den Erdbeben im Orient stets nur schwach berührt und ebenso schwach von den Centris, die in Hellas nachgewiesen sind.

Auf der diesen Mittheilungen beigegebenen Karte zu seinen im Jahre 1875 veröffentlichten „Studien über Erdbeben", auf welcher die Erschütterungs-Centra des östlichen Mittelmeeres nach Beobachtungen seit dem Jahre 1859 eingetragen sind, hat der Autor als neuermittelte Centra einen Punkt auf Chios und einen bei Smyrna hinzugefügt.

Aus den bis zum 22. April reichenden Nachrichten des Kaiserl. Consuls zu Smyrna Hrn. Tettenborn an den Kaiserl. Botschafter zu Constantinopel Hrn. Grafen von Hatzfeld geht hervor, dass auf Chios ein zweites starkes Erdbeben am 11. April um 7 Uhr Abends stattgefunden hat. Dasselbe war von gleicher Heftigkeit wie das vom 3ten desselben Monats, nur von kürzerer Dauer, und hat die letzten Reste der Häuser und Mauern umgestürzt, ohne jedoch neue Menschenopfer zu kosten, da die Bevölkerung auf freien Plätzen und Feldern campirte. Vom 3. bis 15. April waren auf der Insel nicht weniger als 422 Erdstösse beobachtet worden.

Die amtliche Liste der Verunglückten war bis zum 22. April erst für einen Theil der auf Chios vom Erdbeben betroffenen Ortschaften, für 31 nämlich, aufgestellt. Das Ergebniss dieser Liste, wonach von den etwa 22000 Einwohnern jener Ortschaften 1610 todt aufgefunden und 842 noch verschüttet, also 2452 umgekommen waren, während ausserdem noch 532 Verwundete gezählt wurden, weist einen Procentsatz von 10—11 pCt. Todten und etwa 2 pCt. Verwundeten auf; was bei einer Bevölkerung von 60000 Menschen und unter Berücksichtigung der Thatsache, dass die nördlichsten Theile der Insel nur sehr wenig gelitten haben, für ganz Chios etwa 5000 Todte und gegen 1000 Verwundete ergeben würde. An den Hülfsleistungen für die Überlebenden hat sich auch Deutschland vermittelst des unter dem Commando des Hrn. von Wieters-

beim stehenden Kaiserlichen Aviso-Dampfers „Loreley“ wirksam betheiligt.

Daran schloss sich nachstehender, von Hrn. Roth gleichfalls im Auftrag der Klasse in Betreff des Erdbebens von San Miguel erstattete Bericht:

Über die Erdbeben, welche im Februar 1881 die azorische Insel S. Miguel betrafen, liegt ein Bericht des Kaiserlichen Consuls in Ponte Delgada, des Hrn. Baron de Fonte Bella vor. Eingesendet an den Hrn. Reichskanzler Fürsten von Bismarck ist derselbe vom Königl. Cultusministerium der Akademie mitgetheilt.

Die ganz aus vulkanischen Gesteinen bestehende Insel wird häufig, zuletzt 1879, von Erdbeben heimgesucht. Am 8. und 9. Februar 1881 empfand man dreissig Erdstösse, welche nach den Wirkungen zu urtheilen ihren Mittelpunkt im Meer nahe der Küste bei Povoaçaõ, an der Südseite des östlichen Theils der Insel, hatten. Man empfand nämlich die heftigsten Erschütterungen in 30—40 Kilometer Entfernung von diesem Centrum. In Folge der Erdstösse stürzte am 17. Februar im Thale von Furnas, etwa 10 Kilometer W. von Povoaçaõ, ein grosser Berg ein, dessen Trümmer mehr als 12 Hektaren bedeckten.

---

7. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Conze legte eine Abhandlung des Hrn. Richard Bohn vor, betitelt: Der Tempel der Athena Polias zu Athen.

Hr. Mommsen übergab folgende Abhandlung des Hrn. Zobel de Zangroniz:

Über die antike Numismatik Hispaniens.

Die Untersuchungen über die antike Numismatik Hispaniens, von denen ich die Anfänge in den Monatsberichten der Kgl. Akademie vom J. 1863 vorgelegt habe, sind seitdem unausgesetzt von mir weiter geführt worden und nähern sich, so weit in diesen Dingen überhaupt von einem Abschluss die Rede sein kann, einem solchen wenigstens für den Verfasser. Es wird mir gestattet sein die hauptsächlichen Ergebnisse dieser Arbeiten hier zusammenfassend dem deutschen Publikum vorzulegen[1]).

Die älteste Gruppe von Münzen hispanischer Prägung setzt sich aus folgenden Bestandtheilen zusammen. Die Prägung von kleinen Silbermünzen phokaischer Währung (Mommsen Gesch. d. r. Münzw. S. 113 f.), wie sie schon seit uralter Zeit in den hellenischen Ansiedlungen längs der campanischen und ligurischen Küsten stattfand, hat sich auch über einen Theil des iberischen Gestades erstreckt. Es stimmt dies mit den Aussagen der alten Schriftsteller über frühere, mit Ausnahme von Emporiae, Rhode

[1]) Das in Barcelona erscheinende *Memorial Numismatico Español* enthält in seinem 4. und 5. Band (1878 fg.) eine von mir verfasste Übersicht des gesammten iberischen Münzwesens unter dem Titel *Estudio historico de la moneda antigua española*, wozu der später erscheinende 6. Band Beilagen und Tafeln bringen wird. Die Numismatiker vom Fach, so weit sie der spanischen Sprache mächtig sind, werden dort die weitere Ausführung der meisten hier zusammengefassten Aufstellungen finden. Freilich ist bei dem steten Zuströmen neuen Materials auch in dieser Darlegung schon jetzt manches zu berichtigen und noch mehr zu ergänzen.

und Sagunt zu ihrer Zeit schon zerstörte oder heruntergekommene griechische Colonien in Spanien vollkommen überein. Die Schätze solcher Kleinsilbermünzen, welche in der Nähe von Tarragona (vor dem J. 1850), bei Morella in der Provinz Castellon (1862), bei Pont de Molins (1868) und bei Rosas (um 1850), beide in der Provinz Gerona, gefunden worden, sind zwar offenbar nicht in so alter Zeit vergraben wie die ähnlichen Silberschätze, welche bei Auriol im dép. Bouches-du-Rhône (1867)[1]) und bei Volterra (1869)[2]) entdeckt wurden; allein sie bieten diesen beiden gegenüber den Vortheil, dass sie neben den uralten Silbermünzen mit einseitigem Gepräge von unbekannter Herkunft und einigen massaliotischen Stücken (sowohl mit dem Krebs als auch mit dem Rad) eine bedeutende Anzahl kleiner Silbermünzen zweiseitigen Gepräges enthielten, welche durch die Bilder, die Fabrik, den Fundort und in vielen Fällen durch die anfangs rück-, später rechtläufigen Aufschriften EMP, EM, E, sich als in oder für Emporiae geschlagenes Geld genügend kennzeichnen. Neun dieser kleinen Münzen hat im J. 1854 Jos. Gaillard im Verkaufskatalog seiner in Spanien erworbenen Sammlung (n. 377—385, pl. II. 3, 5—9) zuerst bekannt gemacht; die ganze Serie ist erst von mir eingehend behandelt worden. Ihr Maximalgewicht steht auf gr. 1.20, 0.60, 0.30 und 0.15; es sind also Drittel, Sechstel, Zwölftel und Vierundzwanzigstel der alten phokaischen Drachme von gr. 3.60. Die älteren Sorten führen auf der Vorderseite einen Kore- oder Pallaskopf, auf der Kehrseite einen Hahn, ein oder zwei Epheublätter, drei Knöchel, einen Polyp, einen zweihenkligen Krug, einen Stierkopf von vorn, einen Wolfskopf, eine Eule, einen schreitenden Stier mit bärtigem Mannsgesicht und eine stehende Ziege; die jün-

---

[1]) Bei Chabouillet in der Revue Numismatique, nouv. série. t. 14. 1869—70. S. 348—360. — Hucher in den Mélanges de Numismatique. 1875. S. 12 ff. Schon der Schatz von Breth, bei Bridiers, dép. de la Creuze (A. Fillioux, description d'un trésor de 36 méd. gauloises en argent trouvées à Breth, 1862), welcher barbarische Nachahmungen der massaliotischen (16 Ex.) und der älteren emporitanischen Drachmen (12 Ex.) — alle ca. 4½ gr. schwer — enthielt, weist darauf hin, dass beide Sorten ungefähr gleichzeitig in Gallien circulirt haben. Schätze, welche beide Sorten in ihrer normalen Fabrik zusammen enthielten, sind mir bis jetzt nicht bekannt.

[2]) Bei Gamurrini im Periodico di Numismatica e Sfragistica. 1872. S. 208. Chabouillet in der Rev. Numismat., n. s. t. 15 (1874—77) S. 164.

geren zuerst einen Frauenkopf von vorn mit wehenden Haaren, dann den Kopf der Persephone oder Arethusa im Profil, und auf der Rückseite einen Reiter mit flatterndem Mantel, einen Vogel, drei Vögel, einen Frauenkopf, einen stossenden Stier, zwei Delphine und endlich den fliegenden Pegasus, dessen Kopf zuweilen von einem hockenden geflügelten Eros gebildet wird, welches ja das bekannte Bild der späteren emporitanischen Drachmen ist. Die gleichartige Fabrik beider Nominale erweist auch genügend die Gleichzeitigkeit der Prägung der weiterhin besprochenen Drachmen und der Obolen mit dem Pegasus. In die späte Zeit der Emission griechisch-spanischen Kleinsilbers gehören endlich die seltenen und höchst merkwürdigen Obolen, welche den iberischen Jünglingskopf und das Rad von Massalia führen, zwischen dessen Speichen, ausser der Legende MA (manchmal verstümmelt M, auch A allein) theils die iberische Aufschrift von Ilerda in mikroskopischen Buchstaben, theils auch das ilerdische Münzwappen, der Wolf, und der iberische Halbmond stehen, sowie ferner ein zuerst von mir bekanntgemachtes Halbstück zu denselben, mit unkenntlichem Bild auf der einen und einem Pferdekopf auf der andern Seite, umgeben von derselben iberischen Aufschrift, welche auf den ältesten Victoriaten Sagunt's erscheint.

Das Gewicht der grösseren Silbermünzen von Emporiae und Rhode schwankt zwischen 4 und 5 Gr. Die ältesten Stücke dieser Serien sind diejenigen von Emporiae, welche mit der eckig provincialen Fabrik und besonderen Eigenthümlichkeiten in den Aufschriften, sowie den offenbar von karthagisch-sicilischen Münzen entnommenen Bildern des Persephonekopfes und des von der fliegenden Nike gekrönten stehenden Pferdes, auch die grösste Schwere verbinden, da sie auf ein Normalgewicht von 5 Gramm hinweisen, während die grosse Menge der Silberstücke von Emporiae, von theils schöner, theils local iberischer Arbeit und mit richtig geschriebenen griechischen oder mit iberischen Aufschriften und den bekannten Bildern des Arethusakopfes zwischen drei Delphinen und dem fliegenden Pegasus, selten gr. 4.70 übersteigen. Solcher Münzen fanden sich viele, zusammen mit karthagischen Silberstücken, saguntiner Victoriaten der ersten Periode und römischen Denaren mit halbincuser Aufschrift im Schatz von Cheste unweit Valencia (1864), und zeigten durch ihre relative Abnutzung, dass die meisten davon zu Hannibal's Zeit schon lange im Umlauf

waren. Etwas später hat Emporiae dann solche Silbermünzen massenweise geschlagen mit griechischer Aufschrift, aber sehr vernachlässigter (keineswegs roher) Arbeit nach einem auf den Denar reducirtem Fuss, ähnlich wie Mommsen solches bei Rhodos (MW. S. 399) nachgewiesen; das durchschnittliche Gewicht von 700 Stücken der letzteren Sorten ergab gr. 4.224. Es sind von diesen späten emporitanischen Denaren allein in der Provinz Gerona vier Schätze gefunden worden; bei San Llop (1851), bei Cartellá (1867), bei Las Ansías (1872) und bei Segaró (im Anfang des laufenden Jahres); die ersten beiden enthielten solche leichte Drachmen ausschliesslich, der dritte war mit römischen Wappen- und Monogramm-Denaren, der vierte ebenfalls mit Denaren vermischt. Die drei ersten dieser Schätze sind früher von mir beschrieben. Die vierte, der Schatz von Segaró, ist vor Kurzem von Hrn. Pujol y Camps, meinen Aufmunterungen und Anweisungen gemäss, in der Revista de Ciencias Historicas (Barcelona 1881 S. 142—162) veröffentlicht.[1]) Die Prägung dieser jüngsten Serien hat wohl bis auf das Jahr 548, vielleicht gar bis auf Cato's Einnahme von Emporiae 559, gedauert, welche letztere Annahme den Umstand für sich hat, dass gewisse, scheinbar etwas ältere, Varietäten sich auf ungefähr gr. 4.25 halten,

---

[1]) Der Schatz bestand aus 1012 Silbermünzen, von welchen 873 von H. Pujol selbst einzeln untersucht und gewogen wurden. Es waren:

	Exemplare
Emporitanische Drachmen von gr. 4.224 durchschnittlichem Gewicht (Denare): fliegender Pegasus mit vom Amor gebildeten Kopf und griechischer Aufschrift; darunter ungefähr $\frac{1}{8}$ mit verschiedenen Beizeichen, als Kreis, Delphin, Krebs, Fliege u. a. Manche waren wohlerhalten, einige noch ganz frisch, der Rest abgenutzt	963
Denare von Tarraco mit der iberischen Aufschrift *K(e)se*, mässig erhalten	2
Denare der römischen Republik	47
Kupfermünzen, „von der Grösse der Mittelbronze", Bilder unbekannt; vielleicht nur zufällig an derselben Stelle gefunden und wohl nicht zum Schatz gehörend	3
	1015

Es folgt die Liste der 47 römischen Denare mit Angabe der gefundenen Exemplare und ihrer resp. Erhaltung.

andere dagegen auf 3.90 stehen, so dass jene den etwas vernachlässigten $\frac{1}{72}$ Pfd.-, diese den reducirten $\frac{1}{84}$ Pfd.-Fuss darstellen.

			Erhaltung	Exemplare
Anonym Mommsen-Blacas	2	(ROMA in halbincuser Schrift)	gut	1
„	2		vernutzt	1
Horatia	3	(mit Frauenkopf)	?	1
Caecilia	24		?	1
Iunia	51		gut	1
Anonym	59		gut	1
„	59	mit Ähre unter der Biga	vernutzt	1
Decimia	65		?	1
Saufeia	69		mässig	1
Lucretia	77		schön gut	2
Iulia	95		gut	1
Papiria	104		?	1
Plautia	105		gut	1
Veturia	111		?	1
Servilia	124		mässig	1
Antestia	129		1 frisch 2 schön	3
Caecilia	131		gut	1
Domitia	133		gut	1
Caecilia	136		gut	1
Minutia	137		mässig	1
Opeimia	141		?	1
Caecilia	143		frisch	1
Fabia	147		1 frisch 3 schön	4
Silia	160		1 frisch 1 ?	2
Cipia	161		2 schön 2 gut	4
Fonteia	164		1 frisch 2 schön	3
Curtia	167		schön	1
Sergia	168		schön	1
Caesia	178		frisch	2
Anonym	181		schön	2
Furia	182		schön	3
				47

Von diesen Münzen geht keine hinab unter die von Mommsen als vierte

Rhode hat nur kurze Zeit geprägt. Die nicht eben häufigen Münzen dieser Stadt mit dem Persephonekopf und der offnen Rose sind von schöner Arbeit; ausgenommen natürlich die recht seltenen von eigenthümlich iberischer Fabrik und die sehr zahlreichen rohen bis zur gänzlichen Entstellung der Vorbilder in Arbeit und Gewicht herabsinkenden gallischen Nachahmungen. Das Gewicht der Silbermünzen von Rhode stellt sie in die Periode, in welcher das Normalgewicht schon nicht mehr 5 Gramm betrug, aber auch noch nicht unter 4.70 gesunken war.

Dieser Münzfuss mit der Einheit von 5 gr. scheint von den Karthagern entnommen zu sein. Die ältesten von diesen in Afrika geprägten Goldstücke scheinen diejenigen zu sein mit dem Persephonekopf und dem stehenden Pferd, welche auf ein Normalgewicht von gr. 10 und 2.50 hinweisen (Müller, *Num. de l'anc. Afrique* I 45—47, 54—55, 78, IV 45*a*). Sie wurden wahrscheinlich geschaffen, um dem in Sicilien cursirenden Silbergeld attischer Währung einen entsprechenden Ausdruck in Gold zu geben, wo, mit Zugrundlegung des Verhältnisses beider Metalle von 1 zu 11, das Goldstück von 10 Gramm im Handel den Werth von 25 sicilischen Silberdrachmen, d. h. einer attischen Viertel-Mine, hatte. Dieses System lässt sich daher als die sicilisch-punische Goldwährung bezeichnen. Dieselbe ist bald nach ihrer Entstehung, und noch vor dem Verlust Siciliens auch auf das Silber übertragen und darauf sowohl in Karthago selbst (Müller II 93,106), als auch in dessen Factoreien oder verbündeten Handelsplätzen, wie Emporiae, Rhode, Gades und Ebusus geprägt worden.

Es ist nämlich im Jahre 1863 in der Nähe von Tortosa an der Ebromündung (Provinz Tarragona) ein Schatz von Silbermünzen zu Tage gekommen, welcher unter Drachmen von Emporiae und Rhode der ersten Ausgabe von ca. 5 Gramm (ein Stück von 5.06) ein grosses — bis jetzt das einzig bekannte — Silberstück von Ebusus von genau 10 Gramm enthielt, was das Zusammengehören dieser Sorten wenigstens sehr wahrscheinlich macht. Die übrigen Silbermünzen von Ebusus wiegen ungefähr 2 gr. 50; auch

---

Periode (n. 154—182) zusammengefasste und den Jahren 640—650 zugetheilte Klasse. Doch soll nach einer andern Angabe auch der etwas jüngere Denar 213a in dem Schatz vorgekommen sein.

ein bis jetzt ebenfalls einziges Halbstück ist dazu gefunden worden. Die Bilder dieser aufschriftlosen Münzen sind immer dieselben: ein tanzender Kabir mit Hammer und Schlange in den Händen und ein schreitender Stier.

Gades hat auch um dieselbe Zeit, also vor der römischen Eroberung (548 d. St.), Silbermünzen geprägt mit den Bildern des vom Löwenfell bedeckten Herakleskopfes und des Thunfisches, vom Stadtnamen in phönikischer Schrift begleitet. Das Gewicht der bisher bekannten Stücke stellt sich auf ca. 2 gr. 50. Doch sind mir in neuester Zeit auch einige Exemplare des doppelt so schweren Silbernominals von 5 Gramm bekannt geworden, welche sich von den Halbstücken nur dadurch unterscheiden, dass der die Bilder der Kehrseite umfassende Kreis statt von runden Punkten von einem Eierstab gebildet ist. Auch kleinere Theilstücke mit denselben Bildern, wenn auch ohne Aufschriften, hat Gades geprägt; ihr Gewicht stellt sich auf Gramm 0.40, 0.20 und 0.10. Bekanntlich trägt die in Karthago in Silber ausgegebene grosse Einheit von ca. 10 Gramm (Müller II 93) die phönikische Zahl IIIIIH, das ist 25, welche eine kleinere Münzeinheit von ca. 0.40 fordert. Es sind also die eben erwähnten drei kleinen Nominale als Fünfundzwanzigstel, Fünfzigstel und Hundertstel der grossen Einheit von 10 Gramm zu betrachten.

Hiernach ergiebt sich die folgende Übersicht über die besprochenen Serien.

	Karthago		*Ebusus*	*Gades*	*Emporiae*	*Rhode*	*iberische Gemeinden*	*Gallien*	
	Gold	Silber	Silber	Silber	Silber	Silber	Silber	Gold	Silber
Grosssilberstück	10.00	10.00	10.00	—	—	—	—	10.00	—
Hälfte	5.00	5.00	—	5.00	5.00	5.00	5.00	—	5.00
Viertel	2.50	—	2.50	2.50	—	—	—	—	—
Achtel	—	—	1.25 (?)	—	—	—	—	—	—
Fünfundzwanzigstel	—	—	—	0.40	—	—	—	—	—
Funfzigstel	—	—	—	0.20	—	—	—	—	—
Hundertstel	—	—	—	0.10	—	—	—	—	—

Eine dritte Gruppe hispanischer Münzen bilden die schon früher von mir nachgewiesenen karthagischen Münzsorten, welche nach dem sicilischen Kriege, also unter der Herrschaft der Barkiden, in Spanien geprägt worden sind.

Dass die Eroberung des grössten Landes und die Errichtung des mächtigsten Königreiches im ganzen Westen, wie sie Hamilka und Hasdrubal vollbrachten, zu einer Zeit, wo Karthago's Seemacht schon erschüttert war, stattfinden konnte, ohne eine eigne locale Münzprägung nach sich zu ziehen, ist gegen alle historische Wahrscheinlichkeit. Es musste ja doch den Bedürfnissen der Verwaltung der Land- und Seetruppen, der unterjochten und verbündeten Völkerstämme mit Geld entgegengekommen werden; die Annahme, dass die Barkiden mit einer ärmlichen Kupferausgabe sich begnügten und im Besitz der von ihnen organisirten und ausgebeuteten Silbergruben Spaniens das nöthige Metall über die See nach Afrika gesendet hätten, um es von dort als geprägte Münze zurückzuerhalten, widerspricht nicht nur dem gesunden Menschenverstand, sondern auch der geschichtlichen Überlieferung von der fast vollständigen Unabhängigkeit jener mächtigen Herrscher vom Mutterlande.

Es ist natürlich, dass das Silbergeld der Barkiden an die damalige Prägung der Mutterstadt sich mehr oder weniger eng anschliessen, und ebenso, dass es vorwiegend in Spanien gefunden werden musste. In der That liegen ganze Serien von Silbermünzen tyrisch-babylonischer Währung vor, von eigner lokaler Fabrik, und mit karthagischen oder von diesen wenig abweichenden Münzbildern welche bis jetzt ausschliesslich in Spanien gefunden worden sind und zwar nicht nur in vereinzelten Stücken, sondern auch in ganzen Schätzen. Die sorgfältige Untersuchung solcher Schätze zeigt nun dass unter diesen Münzen die älteren den in der Mutterstadt üblichen Kopf der Persephone, etwas jüngere Sorten einen bartlosen Mannskopf mit niedriger Stirn, gebogener Nase und kurzgeschorenem Haar, die spätesten den bartlosen, nur im Tetradrachmon bärtigen Kopf des jugendlichen Herakles tragen. Als Bild der Kehrseite findet sich das stehende Pferd wieder, oft mit dem Palmbaum; es wechselt nur in einigen Nominalen der jüngsten Serie mit einem schreitenden Elephanten ab, der im Tetradrachmon einen Führer auf dem Rücken trägt. Der gleichzeitigen Prägung Karthago's ähnlich entbehren alle diese Münzen jeglicher Aufschrift; nur in

len jüngsten Abarten des Didrachmon treten einzelne phönikische Buchstaben, wahrscheinlich als Münzzeichen, auf.

Das Normalgewicht der tyro-babylonischen Drachme von Karthago ist, etwas leichter als Mommsen (S. 89) gethan, nämlich ganz gleich mit der ungefähr gleichzeitigen massaliotischen Drachme, auf gr. 3.80 anzusetzen. Nach diesem Gewicht sind in Spanien, ausser der Einheit und ihrer Hälfte, noch Zwei-, Drei-, Vier- und Sechs-Drachmenstücke ausgegeben worden, sowie zahlreiches dazugehörendes Kupfergeld.

Die vierte Gruppe der hispanischen Münzen verdankt ihre Entstehung der Einführung des römischen Geldes in Spanien und der Organisation der unter dem späteren Namen des *argentum Oscense* bekannten iberisch-römischen Prägung. Schon vor dem Vertrag von 528 scheint das italische, besonders das campanische Silber- und Kupfergeld im Handel der iberischen Küste verwendet worden zu sein. Die in Spanien gefundenen auf den älteren Fuss von $\frac{1}{72}$ Pfd. geschlagenen Denare und Victoriaten bezeugen die lebhafte Handelsverbindung Iberiens mit Rom und den Rom unterthänigen italischen Gemeinden. Dagegen ist es auffallend (was den früheren Ausführungen hinzuzufügen ist), dass die nach dem reducirten Fuss von $\frac{1}{84}$ Pfd. geschlagenen Denare älterer Prägung, welche allen Kriterien zufolge in die zweite Hälfte des sechsten und die erste des siebenten Jahrhunderts zu setzen und in Italien häufig sind, im jenseitigen Spanien sich ebenfalls in grosser Anzahl finden, im diesseitigen aber selten vorkommen. Es stimmt diese Beobachtung vollkommen überein mit der schon von Mommsen (in seiner Gesch. d. r. M. S. 669—670) gewonnenen Überzeugung, dass die grosse iberisch-römische Münzprägung in der Citerior sich über die ganze zweite Hälfte des sechsten Jahrhunderts und noch bis in das siebente hinein bis zum Fall von Numantia (621) erstreckt hat. Nur hat Mommsen, offenbar nur aus Unkenntniss des zu Gebote stehenden bis jetzt wenig bekannten und überaus reichen Materials aus diesem Münzgebiet, den Beginn der Prägung des *argentum Oscense* nicht vor die Provincialordnung von 548 zu setzen gewagt. Aber wenn auch die allgemeine iberische Emission mit Osca als Hauptmünzstätte erst in Folge jener Provincialordnung gegen 550 begonnen hat[1]), so ist doch gewiss schon seit dem ersten Auf-

[1]) Vgl. meine Abhandlung über die Münzen von Sagunt in den *comm Mommsenianae* S. 817.

treten der älteren Scipionen auf der Halbinsel das für ihre militärischen und administrativen Zwecke nöthige Geld auf römischen Fuss mit iberischen Aufschriften geprägt worden und haben sie die strategisch wichtigen Punkte, welche sie und ihre Nachfolger fortschreitend den Feinden abgewannen, nicht bloss in römische Festungen, sondern auch in römische Münzstätten verwandelt. Dass wir im Stande sind die Folge der einzelnen Münzgruppen chronologisch genau festzustellen, beruht darauf, dass gerade in jenem kurzen Zeitraum die iberische Schrift ausserordentlich rasche Veränderungen erlitten hat, wie dies an allen diesen Münzen und besonders an denen von Saguntum deutlich nachzuweisen ist. Diese Stadt hat die Prägung von Victoriaten, von 3 Scrupel Gewicht, wahrscheinlich schon seit dem Vertrag von 528 begonnen und mit der kurzen Unterbrechung von fünf Jahren, welche zwischen ihrer Zerstörung durch Hannibal (536) und ihrem Wiederaufbau durch Scipio Africanus (540) liegen, dieselbe nach reducirtem Fuss wahrscheinlich bis an das Ende des sechsten Jahrhunderts fortgesetzt. Eine sorgfältige Prüfung dieser Münzreihe mit Hinzuziehung der palāographischen Kriterien aus anderen Münzen ergiebt eine chronologisch maassgebende Grundlage für die Entwickelung der iberischen Schrift im sechsten Jahrhundert, und dient ihrerseits wiederum dazu, die Eintheilung der iberischen Prägung in vier Perioden festzustellen. Die erste dieser Perioden reicht bis auf das Jahr 540; die zweite umfasst die zehn darauf folgenden Jahre; die dritte und längste, in welche die grösste Anzahl der iberischen Münzen fällt, reicht von 550 bis 600; der vierten gehören alle im siebenten Jahrhundert geprägten iberischen Münzen an.

Das sogenannte *argentum oscense* ist sonach hervorgerufen durch die militärische Verwaltung der Provinz Hispania Citerior, welche in allen bedeutenden und befestigten Garnisonstädten und Detachementstationen längs der Heerstrassen Münzstätten nach römischem Muster einrichtete und sie mit besonderen Instructionen versah.

Allein das bevorzugte Saguntum hat, selbst in verhältnissmässig später Zeit (ähnlich wie Massilia) die Gunst genossen, Victoriaten auszugeben. Die übrigen Silbermünzen der römisch-iberischen Emission sind Denare, anfangs noch nach dem freilich nachlässig eingehaltenen Fuss von $\frac{1}{72}$ Pfd., und bis gegen 550 vom Quinar begleitet; die meisten Stücke wiegen zwischen 4 Gramm und 3.70

und werden im späteren Verlauf der Prägung noch etwas leichter ausgegeben. Denare sind nicht in allen Münzstätten, sondern nur in Tarraco, Ilerda, Ausa, Tolosa, Osca, Segia, Gallicum, Pompaelo, Suissatio, Deobriga, Turiaso, Numantia, Voluce, Segobriga, Ilici, Carthago Nova, Acci und vielleicht auch Urci, geprägt worden; Quinare sind nur von Tarraco, Ilerda, Tolosa und Turiaso bekannt. Dazu haben in Kupfer alle Münzstätten den As, viele den Semis und Quadrans, wenige auch den Triens und Sextans, nur Tarraco die Unze ausgegeben. Nur die ältesten seltenen Asse wiegen eine Unze, alle übrigen sind semuncial. Das Metall ist fast durchgehends Messing. Die Werthbezeichnung kommt auf den iberischen Münzen weder auf dem Silber noch auf As und Semis, sondern nur auf den kleineren Theilstücken vor, und auch da ist sie zuweilen irrig angebracht. Dass die oft erscheinenden Beizeichen des Mondes oder Sterns (wahrscheinlich Sonne) Werthbezeichnungen seien, wie Delgado will, ist entschieden zurückzuweisen. Die vielen Bilder und Beizeichen, welche die iberische Prägung bezeichnen, können hier nicht einzeln aufgeführt werden; wahrscheinlich haben denselben fast ausschliesslich italische Münzbilder, oft frei behandelt, zu Vorbildern gedient. So sind z. B. die Bilder des ältesten iberischen Denars, der unter den Scipionen in Tarraco geschlagen worden, ein Jünglingskopf und ein dahinsprengender Reiter, den flatternden Mantel und die Siegespalme auf der Schulter, ein zweites Pferd am Zügel neben sich führend, den ähnlichen Bildern (Apollokopf und ganz ähnlicher Reiter mit zweitem Pferd am Zügel und Palmzweig, wenn auch im Schritt) auf den Silbermünzen von Suessa Aurunca entnommen. — Der in der Küstengegend stets bartlose, im Innern bald bartlose, bald bärtige männliche Kopf, oft mit Lorbeerkranz, Diadem oder anderem Schmuck geziert, stellt wahrscheinlich eine dem Herakles verwandte nationale Gottheit dar; in der nordöstlichen Küstengegend ist er zuweilen mit den Attributen des Hermes geschmückt; in der Gallia Narbonensis, in welche die iberische Münzprägung hineinreicht, erscheint ein verschleierter Frauenkopf, in Emporiae und Saguntum der Kopf der Pallas, anderwärts auch der der Roma. Der Lanzenreiter auf den Silberstücken und dem As tritt erst in verhältnissmässig später Zeit auf; Anfangs hält der Reiter eine Palme, und dieses Bild bleibt auch in späteren Zeiten in der ganzen nordöstlichen Küstengegend vorherrschend; im Norden pflegt er ein Schwert, ein Wurfgeschoss,

einen Zweig oder Haken in der Rechten zu erheben. — Es scheint, dass einige Prägstätten in der ganzen Anordnung ihrer Münzbilder sowie den begleitenden Beizeichen und Aufschriften im Laufe der Zeit bedeutende Veränderungen vorgenommen haben, wie z. B. Carthago Nova, dessen Asse, sowohl im männlichen Kopf als auch im Reiter eine ganze Reihe von aufeinanderfolgenden Abänderungen des ursprünglichen Musters zeigen: der Reiter trägt auf den ältesten einen Adler als Feldzeichen, auf späteren die Palme, auf den jüngsten die Lanze; wogegen andere Münzstätten mit grösserer Strenge an der im Beginn der Prägung einmal adoptirten Norm festhalten.

Die interessanteste Seite der iberischen Münzen sind aber ihre Aufschriften.

Die iberischen Aufschriften finden sich zuweilen auf der Vorderseite, fehlen dagegen niemals auf der Kehrseite der Münzen. Diese letzteren sind die wichtigeren. Die Stelle, welche sie einnehmen, ist nach Zeit und Ort verschieden. Auf der Vorderseite pflegen sie hinter dem Kopf zu stehen, auf der Kehrseite unter dem Pferd oder anderen Thierbildern, und zwar in Languedoc, Catalonien, Valencia, Aragon, den baskischen Provinzen und Ost-Castilien auf der Abschnittslinie geschrieben, mit Ausnahme der ältesten Münzen der catalonischen Küstengegend und der jüngsten des numantinischen Bezirks, wo sie, bei fehlender Linie, unter dem Bild einen Halbkreis beschreiben. Die letzte Form ist auch nördlich vom numantinischen Bezirk an dem oberen Lauf und den Quellen des Ebro vorherrschend. Dagegen sind im ganzen Süden, vom Cap de la Nao an bis nach Andalusien hinein, die Aufschriften durchgehends unter die Linie in den Abschnitt hineingezwängt. Mit Ausnahme der einzelnen Buchstaben, welche auf der Vorderseite der in Tarraco und Cissa geschlagenen Kupfermünzen der Cessetani erscheinen und vermuthlich nichts sind als gleichgültige Prägzeichen, werden alle übrigen Buchstaben und Aufschriften, welche auf der Vorderseite der iberischen Münzen vorkommen, für geographische oder ethnische Bezeichnungen zu halten sein, und zwar sind es entweder Endungen der Aufschriften der Kehrseite, welche aus Mangel an Platz dort nicht mehr untergebracht werden konnten; oder es sind, meist abgekürzte, Wiederholungen von denselben; oder endlich, und diese sind die wichtigeren, enthalten sie Bezeichnungen von Städten oder Völkerschaften, welche mit den auf der Rückseite genannten in irgend welcher Verbindung standen.

Die Aufschriften der Kehrseite enthalten ohne Ausnahme den Namen der prägenden Völkerschaften, der in manchen Fällen mit dem der von ihr bewohnten Ortschaft zusammenfällt. Es ist auffallend, dass gerade die bedeutendsten und wichtigsten Städte dem Volksnamen vor dem der Stadt den Vorzug geben, wie denn die Münzstätte Emporiae die Indigetes, Barcino die Laietani, Tarraco die Cessetani, Osca die Celsitani, Numantia die Aregoradenses, Saguntum die Arsenses oder Ardeates, Carthago Nova die Sethisenses, Acci die Igloetes nennt, deren Namen fast sämmtlich verschollen sind. Wenn die iberischen Aufschriften von allen Numismatikern bis jetzt als ausschliessliches Kriterium für die geographische Feststellung der Münzstätten angewendet worden sind, so ist vielmehr in Rücksicht auf das eben Bemerkte dies Hülfsmittel mit grosser Vorsicht zu handhaben. Alle Forscher auf dem Gebiete der iberischen Münzkunde ohne Ausnahme, den einsichtigen Delgado nicht ausgeschlossen, haben sich durch die Lesung der Aufschriften oft zu den extravagantesten Annahmen in Betreff der Localisirung der Münzen verleiten lassen. Dazu kommt, dass die auf diesen Münzen im sechsten Jahrhundert genannten Völkerstämme und Dorf- oder Stadtbewohner zu der Zeit, welcher die bis auf uns gelangten Nachrichten aus dem Alterthum über spanische Topographie angehören, grossentheils gar nicht mehr bestanden oder alle Bedeutung verloren hatten, auch manche der erwähnten Ortschaften (z. B. Graccurris, Augustobriga) den iberischen Namen späterhin mit einem römischen vertauscht haben mögen. Die hohe Bedeutung, welche die iberischen Aufschriften nicht nur als geschichtliche Zeugnisse im Allgemeinen, sondern auch als numismatische Kriterien für die spanische Münzkunde haben, soll damit natürlich in keiner Weise in Abrede gestellt werden.

Die iberische Schrift ist, wie alle aus der phönikischen abgeleiteten Schriftarten, anfangs von rechts nach links geführt worden; wie dies die aus der Ulterior stammenden epigraphischen Denkmäler wenn auch aus relativ später Zeit darthun. Aber zur Zeit der Prägung der iberischen Münzen war in der ganzen Citerior schon der Gebrauch aufgekommen rechtsläufig zu schreiben, und nur auf einigen seltenen, älteren Assen des an der Grenze gelegenen Castulo läuft die Aufschrift noch linkshin. Auf die Einzelheiten der die iberische Schrift der Citerior betreffenden Untersuchung, deren Grundlage die Münzen bilden, kann hier leider

nicht eingegangen werden. Man unterscheidet mit ziemlicher Sicherheit die verschiedenen Arten von Lauten und Schriftformen: Vocale, mitlautende Vocale (*vocales aconsonantadas*), Consonanten und vocalisirte Consonanten (*consonantes vocalizadas*). Die Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Schriftzeichen und ihre allmähliche Veränderung nach Zeit und Ort, die Buchstabenverbindungen, die Verdoppelung der Vocale und der Consonanten, Diphthonge und Triphthonge, die stummen Dentale nach *il* (*ilduroh, iltrd, iltrkesken, ildübir,* wo die Lateiner Iluro, Ilerda, Ilergetes, Iliberis aussprechen), der Ausfall des kurzen *i* vor *a* (*sega* für Segia, *libakos* für Libia, *titakos* für Titia, *varakos* für Varia, *sego(n)tas* für Segontia, *konthrba* für Contrebia) und des *n* vor Dentalen (*segotas* für Segontia, *kaiskad* für Cascantum, *brikaitn* und *brikatn* für Brigantium, *grdsa* für Gerunda), die mannigfachen Endungen und selbstständigen Ausgänge, welche letztere für die iberischen Aufschriften so bezeichnend und in jeder Münzregion wiederum ganz verschieden sind, — alle diese und mancherlei ähnliche Erscheinungen finden in jenen Münzaufschriften ausreichende Belege.

Neben dem reichen Material, welches für die geographische Vertheilung der iberischen Münzen die Aufschriften bieten, kommen dafür weiter die Fundörter in Betracht, deren Bedeutung freilich nicht überschätzt werden darf. Die Einzelfunde geben für die geographischen Bestimmungen wenig Anhalt, was sich genügend erklärt aus der Erwägung, dass diese Münzen von der römischen Verwaltung ja nicht für den alleinigen Gebrauch einer jeden kleinen Gemeinde, sondern für den der ganzen diesseitigen Provinz ausgegeben wurden, und die ganze Prägung — wie die Funde darthun — sowohl im jenseitigen Spanien als auch im Süden Galliens legalen Cours hatte, wesshalb die Sorten denn auch allerwärts in willkürlicher Mischung zusammengewürfelt vorkommen. Wohl werden die Münzen einer jeden Region im grossen und ganzen in dieser selbst vorwiegend gefunden; aber ein genaues Register aller in kleinen Ortschaften zusammengebrachten Münzsammlungen würde doch nur die allgemeine Vertheilung in grosse geographische Gruppen, niemals die einzelnen Prägstätten nachzuweisen vermögen. Wenn demnach Heiss (*Monn. Ant. de l'Esp.* S. 12) in seinen geographischen Bestimmungen der iberischen Münzreihen ausgegangen sein will von umfassenden Erforschungen der „*provenances*", so ist dies lediglich eine Fiction, die der Verfasser jenes Werkes

ich erlaubt hat, um an den aus Delgado's Garten entnommenen Reisern wenigstens das Verdienst der Pfropfung für sich n Anspruch nehmen zu können und seiner kritisch haltlosen Arbeit eine anscheinend solide Grundlage zu geben. Auch die Massenfunde sind für die örtliche Bestimmung nicht viel belehrender und nur in den leider sehr seltenen Fällen maassgebend, wo nur Kupferstücke einer einzigen Sorte zusammenlagen, wie die in lem Steinbruch Corrumput bei Tarragona (1850) und bei Zuera, lem alten Gallicum, (1860) gefundenen Schätze, die lediglich lese enthielten, welche Tarraco und Gallicum zuzuschreiben sind. Dagegen können die Silberschätze von Ferrer in der Provinz Zaragoza und Garray in der Provinz Soria, welche aus nur oscensischen, und der von Las Casetas unweit Zaragoza, der aus numantinischen und segobrigensischen Denaren bestanden; ferner der 1777 n Lejaiza bei Larrabezua unweit Bilbao gefundene und erst vor Kurzem von mir wieder entdeckte Schatz von Denaren von Turiaso, Suissatio, Pompaelo, Osca, Numantia und Segobriga, endlich der 1878 in Frankreich, bei Barcus, dép. Basses Pyrénées, gemachte Fund von Denaren von denselben Prägstätten mit Ausschluss von Osca, nur die Ansicht bestärken, dass das iberische Geld eine Militärmünze war, die mit den einzelnen Legions- und Detachements-Kassen von einer Provinz in die andere wanderte, und auch in späterer Zeit, als jene Prägung schon aufgehört hatte, mit dem römischen Denar vermischt, allerwärts circulirte, wie der durch Mommsen[1]) bekanntgemachte Fund von Cazlona in der Provinz Jaen, der von Villa del Rio in der Provinz Sevilla und andere in der zweiten Hälfte des siebenten Jahrhunderts vergrabene Schätze beweisen.

Nach den verschiedenen hier einschlagenden Momenten dürfte es gestattet sein, das *argentum oscense* der iberischen Halbinsel nach Völkerschaften und Prägstätten in folgender Weise zu classificiren, wobei dann in jeder Gruppe die früher bezeichnete chronologische Scheidung der vier Perioden mehr oder minder vollständig zur Anwendung kommt.

I. Östliche Region.

1. Emporitanischer Bezirk (71 Münzen)
2. Tarráconensischer Bezirk (154 Münzen)

---

[1]) *Annali dell' inst.* 1863. p. 11.

3. Ilerdensischer Bezirk (55 Münzen)
4. Saguntinischer Bezirk (67 Münzen)

II. Nördliche Region.
5. Oscensischer Bezirk (32 Münzen)
6. Pompaelonensischer Bezirk (59 Münzen)
7. Turiasonensischer Bezirk (42 Münzen)
8. Calagurritanischer Bezirk (17 Münzen)

III. Central-Region.
9. Numantinischer Bezirk (77 Münzen)
10. Bilbilitanischer Bezirk (17 Münzen)
11. Segobrigensischer Bezirk (20 Münzen)

IV. Südliche Region.
12. Carthaginiensischer Bezirk (52 Münzen)
13. Accitanischer Bezirk (21 Münzen)
14. Castulonensischer Bezirk (34 Münzen).

Westlich vom Madrider Meridian ist keine dieser Münzen geprägt worden.

Die erste Region, welche ein flaches Dreieck mit der ganzen iberischen Küste (im engeren Sinne) von der Aude in Frankreich bis zum Cap de la Nao in Spanien als Grundlinie und mit Zaragoza als Spitze bildet, hat ungefähr die Hälfte der bis jetzt bekannten iberischen Münzsorten geprägt. Was die Bilder betrifft, so ist auf der Vorderseite der Kopf im emporitanischen Bezirk — von der Aude bis zum Ter — weiblich, mit Schleier oder Helm bedeckt, in den übrigen Bezirken männlich, stets bartlos und mit leicht gelocktem Haar, im tarraconensischen und saguntinischen von einem Beizeichen oder einzelnen Buchstaben begleitet, und oft mit Diadem, Lorbeerkranz oder anderem eigenthümlichen Kopfschmuck geziert, im ilerdensischen Bezirk von drei Delphinen umgeben. Auf der Kehrseite tritt im emporitanischen Bezirk ein Pegasus oder Stier auf im As, ein Löwe im Semis, ein Pferd oder Seepferd im Quadrans, in den anderen Bezirken im As ein Reiter mit Palme, der in der dritten Periode im saguntinischen Bezirk von einem Lanzenreiter abgelöst wird, im Semis ein laufendes oder schreitendes, im Triens ein weidendes Pferd, im Quadrans die Vorderhälfte eines Pegasus, im Sextans ein Delphin, in der Unze ein Ross im Sprung auf. Bild und Legende stehen auf der graden Abschnittslinie mit Ausnahme der ältesten Sorten von Ilerda, wo die Linie

fehlt und die Aufschrift einen Halbkreis beschreibt. Die üblichen Endungen der Namensaufschriften sind *e, oh, ken, sken, nken.*

In der zweiten Region, welche den halben oberen Stromlauf des Ebro umfasst und bis an die Pyrenäen und das cantabrische Meer reicht, tragen die Ganzstücke, As und Denar, meist einen bärtigen, im calagurritanischen Bezirk einen unbärtigen Mannskopf, der in den Theilstücken vorwiegend bartlos ist; das Haar ist in kleinen, symmetrisch aneinander geschobenen Halbkreisen gekräuselt. Der Reiter hält im oscensischen, turiasonensischen und calagurritanischen Bezirk die eingelegte Lanze, im pompaelonensischen ein Schwert, Zweig oder Wurfgeschoss (↑) hoch in der Rechten. Das Pferd läuft im oscensischen und pompaelonensischen auf der Linie; im turiasonensischen und calagurritanischen schwebt es im Freien. Die Legende ist fast immer auf der Linie geschrieben, und nur im calagurritanischen Bezirk, wo die Linie feht, bildet sie unter dem Bild einen Halbkreis. Charakteristische Endungen sind im Norden *ohs* und *ohn*, im Süden *kos.*

Die dritte Region erstreckt sich über die östliche Hälfte von Alt- und Neucastilien und einen daranstossenden Streifen von Aragon und Valencia. Der männliche Kopf ist überall bartlos, mit kleingekräuseltem und nur in den jüngsten Sorten leichtgelocktem Haar. Als Bilder der Kehrseiten führen Denar und As den Lanzenreiter, der Semis das lose Pferd, der Quadrans die Vorderseite des Pegasus; alle diese Bilder pflegen auf der Linie zu stehen. Die Aufschrift ist im numantinischen Bezirk in der dritten Periode oft in zwei parallele Zeilen gebrochen, in der vierten, bei mangelnder Abschnittslinie, im Halbkreis geschrieben; im Allgemeinen steht sie auf der Linie. Die Endungen sind durchgehends *s* und *kos.*

Die vierte Region umfasst die heutigen Provinzen Albacete, Alicante, Murcia, Almeria und einen östlichen Streifen der anstossenden Provinzen Jaen und Granáda, obwohl letztere Gegend schon wesentlich ins Gebiet der Ulterior fällt und nur mit der interessanten Münzreihe von Iliberris hierher gehört. Der männliche Kopf ist auf den Münzen dieser Region bartlos, mit anfangs leichtgelocktem, später kleingekräuseltem, zuletzt glattem Haar. Im carthaginiensischen Bezirk trägt der Reiter auf den Ganzstücken anfangs eine Palme, später eine Lanze, im accitanischen bald einen

grossen runden Schild, bald eine Lanze; im castulonensischen ist das Münzbild eine Sphinx oder ein Wolf im Schritt; der Semis zeigt in der östlichen Gegend und in Acci ein loses Pferd, im westlichen einen stehenden Stier; der Quadrans im Osten einen halben Pegasus, im Westen einen Eber. Die Bilder stehen an der Linie. Die Legenden sind unter die Linie in den Abschnitt geschrieben. Endungen sind im Osten *kom*, im Westen *kn* und *ikn*.

Die für die alte Geographie Spaniens hieraus sich ergebenden Resultate sind nicht unbedeutend. Siebenundfünfzig von Schriftstellern oder epigraphischen Monumenten überlieferte Namen werden neu bestätigt, zwölf in der verdorben auf uns gelangten Form berichtigt, sechzig ganz neue Namen den schon bekannten hinzugefügt. Die folgende alphabetisch geordnete Aufzählung derselben wird einen annähernden Begriff von diesem Resultate geben. Um die Orientirung zu erleichtern, ist jedem Namen die Bezeichnung des geographischen Bezirks, zu welchem er gehört, in Nummern beigefügt.

Bestätigte Namen.

	Alavonenses	3		Dianienses	II
	Argaelenses	11		Ercavicenses	II
	Atanagienses?	2		Esonenses (Aeso)	I
	Ausenses	2		Gallicenses	I
5	Ausetani	2	25	Gerundenses	I
	Autrigones	7		Gilitani	I
	Bastuli	14		Jaccetani	I
	Bilbilitani	10		Jessonenses	I
	Bursavonenses	9		Il(t)erdenses	I
10	Caesedenses	10	30	Il(t)ergetes	I
	Calagurritani	8		Il(d)iberitani	II
	Caravenses	9		Iliturgenses	II
	Carenses	11		Il(d)uronenses	I
	Cascantenses	7		Indigetes	I
15	Castulonenses	14	35	Lagnetani	I
	Celsenses	3		Laietani	I
	Cessetani	2		Lauronenses	I
	Contestani	12		Laxtenses	II
	Contrebienses	12		Libienses	I
20	Damanitani	10	40	Nertobrigenses	II

)ctogesenses 3
)rretani 2
)uicerdenses 3
aetabitani 4
egidenses? 9
egienses 5
egisamonenses 8
egobrigenses 11
egontienses 11
Titti 7 und 9
Turiasonenses 7
Turissenses 6
Urcitani 14
Uxamenses 7 und 11
Varienses 7
Velienses 6
Volucenses (Oilaucenses) 9

Berichtigte Namen.

antenses (Carta: Geogr. Ravenn. 4, 43 p. 311) 6
arabacenses (Carca: Ptol. 2, 6, 61) 12
ast (Ausetani?) 2
ustiaithlaietes 2
aitolaietes (Lartolaietes: Strabo 3, 4, 8 p. 159) 2
arsenses (Larnenses Plin. 3, 4, 24) 5
asonenses (Oeaso, Strabo 3, 4, 10 p. 161; Ptol. 2, 6, 10; Olarso Plin. 4, 20, 110) 5
Jastonienses (Istonium: Ptol. 2, 6, 58) 11
Icesitani (Icositani: Plin. 3, 3, 19) 11
Salduienses (Salduba: Plin. 3, 1, 8; Ptol. 2, 4, 11) 3
Sessarienses (Gessorienses: Plin. 3, 4, 3, 23) 5
Virovienses (Berones, Virones: Strabo 3, 4, 5 p. 158. 3, 4, 12 p. 162; Ptol. 2, 6, 55; Hist. bell. Alex. 53) 9

Neue Namen.

Ádogletes 1
Aiaril(d)urenses 2
Aivienses 4
Arantenses 9
Arcedurgenses 2
Aregoradenses 9
Arsenses 4
Arsenses 6
Arsenses 7
Brigantienses 1
Bulacenses 4
Caionenses 2
Caraloenses 12
Celinenses 13
Celsitani 5
Concutenses 6
Concutenses 11
Ed...enses 1
Ed...enses 6
Ed...enses 7

Eth...enses	4	Ostocenses	4
Ethurthurenses	1	Othalienses	11
Evalienses (Belli?)	9	Ottacenses	7
Galaesenses	9	Pypenses	1
Jalcacaldurenses	4	Pyrpinienses	1
Jast...enses	4	Rodurenses	11
Igloetes, Iglonenses	13	Salirenses?	1
Icordenses	4	Samalienses	1
Icorgletes	4	Selonenses	1
Ilacaenses, Ilacabenses	9	Sergarenses	1
Il(d)ugoitani	3	Sethisenses	1
Il(t)erarcurenses	1	Sethisenses	1
Iscergletes	1	Tanusienses	1
Ledisamenses	8	Thruthruetes	1
Lovitenses	8	Togorienses	1
Masonenses	2	Tuduenses	1
Meduainenses	8	Tuisenses	1
Neronenses	1	Turcaenses	1
Ottaniathenses	6	Varduenses	1
Orositani	10	....sonenses	1

Ein beträchtliches Contingent, etwa fünfzig, iberischer Nam liefern endlich die allerdings nicht zur römischen Emission gehö gen obenerwähnten Drachmen mit emporitanischen und rhodisch Bildern, zu welchen die ebenfalls schon besprochenen Theilstück mit den Wappen des massaliotischen Rades und des karthagische Pferdekopfes hinzutreten. Die Namen sind, mit Ausnahme v vieren, alle neu; leider ist aber bei der kleinen Schrift die richtig Lesung nicht immer genau zu bestimmen und jedenfalls eine ört liche Feststellung jeder Prägstätte nicht möglich. Vermuthlich sin diese Münzen nicht von Emporiae und Rhode selbst, sondern v iberischen Gemeinden ausgegeben worden, welche, mit Ausschl der saguntinischen Arsenses, wahrscheinlich alle in der bis 5 unter römischem Protectorat stehenden cisiberischen Mark gewo haben mögen.

Während der letzten Jahre der römisch-iberischen Prägu haben einige Münzstätten, wie Celsa, Saetabi und das sonst unb kannte Gili, sich zur Ortsbezeichnung der bilinguen, andere, w Clunia und Segobriga, und zwei neue, weder früher noch spä

wieder vorkommende, Toletum und Segovia, der lateinischen Aufschriften sich bedient, dabei jedoch die gebräuchlichen Bilder, Jünglingskopf und Reiter, beibehalten. Ungefähr um dieselbe Zeit, im Jahr 616, ward unweit Saguntum die Militärcolonie Valentia gegründet und in ihr unciales Kupfergeld (As, Semis und Quadrans) geschlagen, abweichend von der iberischen Emission in den Bildern — Romakopf und Füllhorn im Kranz — im Stempelschnitt dem gleichzeitigen der Hauptstadt sehr ähnlich, ebenso in den Aufschriften, welche, alle lateinisch, neben dem Stadtnamen quinquennale Münzbeamten nennen. Der Umstand, dass diese Stücke selten sind und auf ihnen bis jetzt nur zwei vollständige quinquennale Münzcollegien erscheinen, lässt schliessen, dass ihre Prägung nur sehr kurze Zeit, keinenfalls viel über zehn Jahre gewährt hat. Diese kleine Münzreihe ist wieder ein schlagender Beweis dafür, dass in Folge der Einnahme von Numantia die Prägung in der Citerior untersagt worden ist. Ausgeschlossen von dem allgemeinen Verbot wurden nur Emporiae und Saguntum. Diese letztere Stadt hat in der vierten Münzperiode, ungefähr mit Valentia gleichzeitig, unciale Asse geschlagen mit den Bildern des Romakopfes und des von der fliegenden Nike gekränzten Schiffsbugs, deren ältere Sorten, von römischem, dem von Valentia ähnlichen Stempelschnitt, lediglich iberische Aufschriften tragen, während auf späteren Sorten sich dem iberischen der lateinische Stadtname zugesellt, und in den letzten Reihen, von nachlässiger Arbeit und geringerem Gewicht, die Aufschriften alle lateinisch sind und ausschliesslich aus römischen Beamtennamen bestehen. Seltsam ist es, dass zu diesen Assen kein Semis[1]), sondern nur der Quadrans ausgegeben worden ist, mit Muschel

[1]) Dass die 13—14 Gramm wiegenden Kupferstücke mit Jünglingskopf, Lanzenreiter und iberischer Beischrift *arse* oder *ardse* Asse sind, steht ausser allem Zweifel. Die fast doppelt so schweren, bisher von mir für gleichzeitige Dupondien gehaltenen Münzen mit Romakopf und Schiffsbug (*comm. Mommsen.* S. 812—3) sind wohl vielmehr spätere, im siebenten Jahrhundert geprägte Asse. Auch in der hauptstädtischen Prägung wiederholt sich eine ähnliche Entwickelung. Während der zweiten Hälfte des sechsten Jahrhunderts wird der As selten und, wenn er vorkommt, sehr leicht auf semunciales, der Quadrans dagegen auf beinahe unciales Gewicht ausgebracht, während beim Eintritt des siebenten Jahrhunderts der vollwichtige unciale As, wenn auch für nicht lange Zeit, auf einmal wieder auftritt.

und Delphin als Bildern und anfangs iberischen, nachher lateinische Beischriften. — Ähnlich hat auch Emporiae semunciale As nachlässiger Fabrik geprägt, mit Pallaskopf und laufendem Pegas und lateinischen Beischriften, den Namen der Stadt und ihr quinquennalen Münzbeamten enthaltend. Auch hier sind kei Semisse, sondern daneben nur Quadranten mit denselben Wapp ausgegeben worden, und auch letztere nicht häufig; um Theilstück des As herzustellen, hat die einst berühmte griechische Pflan stadt zu dem rohen Mittel gegriffen, denselben in Hälften, Viert und Achtel zu schneiden und diese mit dem Decurionenstempel a gangbare Münze zu legalisiren. — Beide Städte müssen im La der Zeit tief gesunken sein, denn, mit Ausnahme einiger Kupf münzen, welche Sagunt unter Tiberius geprägt hat, durften sie unt den Kaisern kein Geld mehr schlagen.

Zu Ende der Republik hat in einigen Städten der Citer die Prägung von Kupfergeld wieder begonnen und ist dann u Augustus in der ganzen Provinz, wenn auch in weit beschränkte Maasse als im sechsten Jahrhundert, wieder aufgenommen word selbstverständlich mit dem Kopf des Kaisers und lateinischen B schriften, welche meistens auch Münzbeamte nennen, Duumviri u Aedilen; erstere scheinen der Prägung der grösseren Sorten, S sterz, Dupondius und As, letztere der der Theilstücke, Semis u Quadrans vorgestanden zu haben. Das Metall ist theils Kupf theils Messing, und bestätigt das von Mommsen in der glei zeitigen hauptstädtischen Prägung nachgewiesene, in folgend Schema dargestellte System:

	Messing	Kupfer	
Sestertius	27.30	—	Gross-Bronze
Dupondius	13.65	—	Mittel-Bronze
As	—	13.65	Mittel-Bronze
Semis	—	6.82	Klein-Bronze
Quadrans	—	3.41	Klein-Bronze

Es haben mit dem Namen der Kaiser die folgenden Stä der Citerior geprägt: Acci, Bilbilis, Caesaraugusta, Calagur Carthago Nova, Cascantum, Celsa, Clunia, Ercavica, Graccur Hibera Dertosa, Illici, Osca, Osicerda, Saguntum, Segobriga. Ta raco und Turiaso, wozu die Insel Ebusus (mit bilinguer Aufschri hinzuzufügen ist. Diese Prägstätten besassen ohne Ausnah schon im sechsten Jahrhundert das Recht, Münzen zu schlagen.

Die Aufschriften der Kehrseite enthalten ohne Ausnahme den Namen der prägenden Völkerschaften, der in manchen Fällen mit dem der von ihr bewohnten Ortschaft zusammenfällt. Es ist auffallend, dass gerade die bedeutendsten und wichtigsten Städte dem Volksnamen vor dem der Stadt den Vorzug geben, wie denn die Münzstätte Emporiae die Indigetes, Barcino die Laietani, Tarraco die Cessetani, Osca die Celsitani, Numantia die Aregoradenses, Saguntum die Arsenses oder Ardeates, Carthago Nova die Sethisenses, Acci die Igloetes nennt, deren Namen fast sämmtlich verschollen sind. Wenn die iberischen Aufschriften von allen Numismatikern bis jetzt als ausschliessliches Kriterium für die geographische Feststellung der Münzstätten angewendet worden sind, so ist vielmehr in Rücksicht auf das eben Bemerkte dies Hülfsmittel mit grosser Vorsicht zu handhaben. Alle Forscher auf dem Gebiete der iberischen Münzkunde ohne Ausnahme, den einsichtigen Delgado nicht ausgeschlossen, haben sich durch die Lesung der Aufschriften oft zu den extravagantesten Annahmen in Betreff der Localisirung der Münzen verleiten lassen. Dazu kommt, dass die auf diesen Münzen im sechsten Jahrhundert genannten Völkerstämme und Dorf- oder Stadtbewohner zu der Zeit, welcher die bis auf uns gelangten Nachrichten aus dem Alterthum über spanische Topographie angehören, grossentheils gar nicht mehr bestanden oder alle Bedeutung verloren hatten, auch manche der erwähnten Ortschaften (z. B. Graccurris, Augustobriga) den iberischen Namen späterhin mit einem römischen vertauscht haben mögen. Die hohe Bedeutung, welche die iberischen Aufschriften nicht nur als geschichtliche Zeugnisse im Allgemeinen, sondern auch als numismatische Kriterien für die spanische Münzkunde haben, soll damit natürlich in keiner Weise in Abrede gestellt werden.

Die iberische Schrift ist, wie alle aus der phönikischen abgeleiteten Schriftarten, anfangs von rechts nach links geführt worden; wie dies die aus der Ulterior stammenden epigraphischen Denkmäler wenn auch aus relativ später Zeit darthun. Aber zur Zeit der Prägung der iberischen Münzen war in der ganzen Citerior schon der Gebrauch aufgekommen rechtsläufig zu schreiben, und nur auf einigen seltenen, älteren Assen des an der Grenze gelegenen Castulo läuft die Aufschrift noch linkshin. Auf die Einzelheiten der die iberische Schrift der Citerior betreffenden Untersuchung, deren Grundlage die Münzen bilden, kann hier leider

einen Zweig oder Haken in der Rechten zu erheben
dass einige Prägstätten in der ganzen Anordnung i
sowie den begleitenden Beizeichen und Aufschrifte
Zeit bedeutende Veränderungen vorgenommen hat
Carthago Nova, dessen Asse, sowohl im männlichen
im Reiter eine ganze Reihe von aufeinanderfolgende
des ursprünglichen Musters zeigen: der Reiter trägt
einen Adler als Feldzeichen, auf späteren die Palme,
sten die Lanze; wogegen andere Münzstätten mit gr
an der im Beginn der Prägung einmal adoptirten No

Die interessanteste Seite der iberischen Münzen
Aufschriften.

Die iberischen Aufschriften finden sich zuweilen a
seite, fehlen dagegen niemals auf der Kehrseite der
letzteren sind die wichtigeren. Die Stelle, welche
ist nach Zeit und Ort verschieden. Auf der Vord
sie hinter dem Kopf zu stehen, auf der Kehrseite un
oder anderen Thierbildern, und zwar in Languedoc
Valencia, Aragon, den baskischen Provinzen und Ost
der Abschnittslinie geschrieben, mit Ausnahme der ält
der catalonischen Küstengegend und der jüngsten d
schen Bezirks, wo sie, bei fehlender Linie, unter de
Halbkreis beschreiben. Die letzte Form ist auch
numantinischen Bezirk an dem oberen Lauf und den
Ebro vorherrschend. Dagegen sind im ganzen Süden,
la Nao an bis nach Andalusien hinein, die Aufschriften
unter die Linie in den Abschnitt hineingezwängt. Mi
der einzelnen Buchstaben, welche auf der Vorderseite
raco und Cissa geschlagenen Kupfermünzen der Cesse
nen und vermuthlich nichts sind als gleichgültige Prägz
den alle übrigen Buchstaben und Aufschriften, welche a
derseite der iberischen Münzen vorkommen, für geograp
ethnische Bezeichnungen zu halten sein, und zwar sind
Endungen der Aufschriften der Kehrseite, welche aus
Platz dort nicht mehr untergebracht werden konnten; o
meist abgekürzte, Wiederholungen von denselben; oder e
diese sind die wichtigeren, enthalten sie Bezeichnungen v
oder Völkerschaften, welche mit den auf der Rückseite
in irgend welcher Verbindung standen.

Ich schliesse damit nach dem von Mommsen gegebenen Muster die verschiedenen Phasen der spanischen Münzprägung in chronologischer Übersicht darzulegen:

Vor 400 Roms — Emporiae's Kleinsilber mit rückläufiger Schrift.
400—500 — Emporiae's Kleinsilber mit normaler Schrift.
Um 485 — Emporiae prägt auf punisch-sicilischen Fuss; bald nachher Rhode, Ebusus und Gades.
Um 500 — Rhode hört auf zu prägen. Emporiae setzt das Bild des sitzenden Eros an Stelle des Pegasuskopfes.
500—548 — Drachmen mit emporitanischen Bildern und iberischen Aufschriften.
520—544 — Die Barkiden schlagen in Spanien karthagische Münzen auf babylonischen Fuss.
528—535 — Ältere Prägung von Dreiscrupel-Victoriaten in Saguntum. Die emporitanischen Drachmen sinken auf den (alten) Denarfuss. Älteste Münzen mit lateinischer Schrift in der Ulterior.
536 — Die Römer schlagen in der Citerior die ersten Kupfermünzen mit iberischer Schrift. Erste Periode der römisch-iberischen Prägung.
537 — Ebusus hört auf Silber zu münzen.
540 — Saguntum schlägt von Neuem seine Victoriaten, aber auf reducirten Fuss.
540—550 — Zweite Periode der römisch-iberischen Prägung.
548 — Gades hört auf Silber auszugeben.
550—600 — Dritte Periode der römisch-iberischen Prägung.
559 — Emporiae und Sagunt hören auf Silber zu münzen.
583 — Carteia schlägt die Theilstücke des As.
600—621 — Vierte Periode der römisch-iberischen Prägung.
616 — Valentia schlägt unciales Kupfer mit lateinischer Aufschrift.

Um 621 — Die Münzprägung wird in der ganzen Citerio untersagt, ausgenommen in Emporiae und Sa guntum.

705 — 709 — Vorübergehend wird in einigen Städten d Citerior Kupfer mit lateinischen Aufschrift geprägt.

725 — 795 — Kupfer und Messingprägung in den drei neue Provinzen Tarraconensis, Baetica und Lusitan unter Augustus, Tiberius und Caligula; und Letzterem nur in der Tarraconensis.

795 — Ende der römischen Prägung in Hispani (791 in der Baetica und Lusitania).

1. Juli. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Schwendener las:

Über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen.

Obschon die Spaltöffnungen der Pflanzen sowohl anatomisch entwicklungsgeschichtlich zu den bekanntern Objecten gehören, es doch in der bisherigen, vorzugsweise beschreibenden Rich- der Anatomie begründet, dass naheliegende Fragen bezüglich Wechselbeziehung zwischen Bau und Function unberücksich- blieben. Man wusste, dass die Schliesszellen unter gewissen ständen ihren Turgor steigern und dadurch jene Formverände- gen veranlassen, welche das Öffnen der Spalte bedingen; aber fragte nicht nach den anatomischen Thatsachen, welche die Erhöhung des Turgors erforderliche Wasseraufnahme ermög- oder erleichtern. Man kannte den Zusammenhang zwischen idermis und Schliesszellen und konnte nicht im Zweifel darüber , dass beim Öffnen der Spalte häufig auch die angrenzende gion der Epidermis mit ihrer oft sehr verdickten Aussenwand e entsprechende Verschiebung erfährt; aber man versäumte es, Formverhältnissen nachzugehen, welche der Ausdruck der zur schiebung nöthigen Beweglichkeit sind[1]). Man war auch hin- glich orientirt über die eigenthümlichen Membranverdickungen Schliesszellen selbst, da hierüber schon Mohl[2]) sorgfältige tersuchungen veröffentlicht hat; aber man kümmerte sich allzu- ig um die Bedeutung, welche diesen Verdickungsleisten im chanismus der Spaltöffnungen zukommen könnte. Selbst N. J. Müller[3]), welcher das Spiel des Öffnens und Schliessens in erer Zeit am eingehendsten untersuchte, legt das Hauptgewicht den Gegensatz zwischen Cuticula und Cellulose, nicht auf die dickung selbst.

Diese Lücken theilweise auszufüllen, ist der Zweck der fol- den Mittheilung.

---

[1]) Abbildungen hierher gehöriger Formverhältnisse finden sich natürlich und wieder, so z. B. bei Strasburger (Jahrb. f. wiss. Bot. V, Taf. 40, . 114 u. 115); doch legen die Autoren hierauf kein Gewicht.

[2]) Bot. Zeitg. 1856, p. 697 ff.

[3]) Jahrbücher f. wiss. Bot. VIII, p. 75 ff.

I.

Ich beginne mit der Hervorhebung derjenigen Einrichtungen, welche die Beweglichkeit der Schliesszellen auf der convexen oder Rückenseite bedingen, speziell mit Rücksicht auf die Stelle, wo sie mit der Epidermis-Aussenwand verwachsen sind. Man könnte diesen Apparat, da er in manchen Fällen die Bewegungsart eines Charniergelenkes, in andern wenigstens die elastische Nachgiebigkeit einer Synchondrose besitzt, als Hautgelenk der Spaltöffnungen bezeichnen. Betrachten wir z. B. die Querschnittsansichten Fig. 1—5, 8, 13, so fällt sofort die verdünnte Stelle der Epidermiswand rechts und links von den Schliesszellen in die Augen (man vergl. die Erklärung der Figuren). Bald ist es nur eine äusserst schmale Rinne in der dicken Aussenwand, welche bloss eine drehende Bewegung um die dünnste Stelle gestattet, so z. B. bei *Prunus Laurocerasus* (Fig. 1). *Myrtus communis, Calothamnus torulosus* (Fig. 18) u. a., bald eine etwas breitere Membranlamelle von gleichmässiger Dicke, bei den Cyperaceen z. B. die ganze Aussenwand der Nebenzelle (Fig. 8), und in solchen Fällen ist die Erweiterung der eigentlichen Spalte mit einer Auswärtskrümmung dieser Lamelle, der Schluss der Spalte dagegen mit einer Streckung verknüpft. Sehr fest gebaute Blätter besitzen allerdings zuweilen auch ziemlich derbwandige Gelenke, denen man nur eine beschränkte Beweglichkeit zuschreiben darf; aber nirgends habe ich an Organen mit starker Epidermis das gänzliche Fehlen einer weniger verdickten Stelle constatiren können. Nur wo die Aussenwand der Epidermis sehr schwach ist und in Folge dessen einem seitlichen Druck leicht nachgiebt, fehlt die fragliche Einrichtung vollständig, weil sie in diesem Falle überflüssig wäre.

Von diesen gelenkartigen Verbindungen mögen einzelne Formen, welche als charakteristische Eigenthümlichkeiten gewisser Pflanzen Beachtung verdienen, noch besonders erwähnt werden. Bei *Prunus Laurocerasus*, *Westringia longifolia, Eucalyptus cordata* und *teretiformis, Ilex Aquifolium, Chamaerops humilis* u. a. befindet sich im Gelenk auch auf der Aussenseite der Epidermiswand eine rinnenförmige, von der Cuticula ausgekleidete Vertiefung, welche der von innen vorspringenden ungefähr entspricht. Dieselbe erscheint zuweilen als eine scharfe Falte, mit nach innen gerichtetem spitzen Winkel, häufiger jedoch als muldenförmige Einsenkung.

welche durch alle Abstufungen der Verflachung in die ebene Epidermis übergeht. Hieran schliessen sich gewissermassen auch die Spaltöffnungen von *Aloë soccotrina* und *nigricans*, *Templetonia glauca* (Zweige), *Allium altaicum* und *Cepa* (Fig. 10), *Pimelea decussata*, *Fusonia hakeaeformis* (Fig. 5), welche jedoch in Folge der vertieften Lage der Schliesszellen und der aussergewöhnlichen Dicke der Epidermis-Aussenwand ein merklich abweichendes Bild gewähren. Die Schliesszellen sind gleichsam aufgehängt an den Rändern der Spalte oder der rundlichen Öffnung, welche die Aussenwand der Epidermis durchsetzt, und zwar mittelst zarter Membranlamellen, welche zu den benachbarten, rechts und links an die Spaltöffnung grenzenden Zellen der Epidermis gehören. Eine ähnliche Aufhängung beobachtet man auch bei manchen „eingesenkten" Spaltöffnungen, d. h. bei solchen, wo auch die Mittelpunkte der Schliesszellen im Vergleich mit denjenigen der benachbarten vertieft liegen, so z. B. bei *Dioon edule*, *Cycas revoluta*, *Makrozamia cylindrica* (Fig. 13) *Araucaria brasiliensis*, *Pinus Laricio* (Fig. 12) etc.

Weitere beachtenswerthe Formen, die sich theils an *Allium* und *Templetonia*, theils den bezeichneten Gymnospermen anreihen, bieten *Laurus nobilis* u. *Camphora*, *Olea europaea*, *Acacia acinacea* und *leprosa* (Fig. 3), *Viminaria denudata* — sämmtlich Pflanzen, deren Schliesszellen wirklich oder scheinbar kleiner sind als die benachbarten Epidermiszellen und in Folge dessen etwas vertieft zu liegen scheinen, obschon ihre Mittelpunkte, wie bei *Allium* und *Aloë*, mit denen der Epidermiszellen in gleichem Niveau liegen. Die Übereinstimmung mit den Gymnospermen bezieht sich also nur auf die Art der Aufhängung, nicht auf die vertiefte Lage.

Es mag noch besonders betont werden, dass in allen Fällen, wo die dicke Aussenwand der Epidermis über den Schliesszellen unterbrochen ist, sei es in Form einer länglichen Spalte, wie bei *Allium*, oder in derjenigen eines vertieften Trichters, wie bei *Hakea*, *Pinus* etc., die dickwandigen Ränder solcher Unterbrechungen als durchaus starre Gebilde zu betrachten sind, die sich weder näher rücken, noch von einander entfernen können. Die Bewegung des Öffnens und Schliessens der Spaltöffnungen wird also einzig und allein durch die im Vorhergehenden erwähnte gelenkartige Verbindung ermöglicht, sofern nicht etwa anderweitige Formänderungen der Schliesszellen, die keine Horizontalbewegung

voraussetzen, sich innerhalb gewisser Grenzen als ausreichend erweisen.

Eine zweite Eigenthümlichkeit, welche für den Bau der Spaltöffnungen ebenso charakteristisch ist, liegt darin, dass der diosmotische Verkehr zwischen Schliesszellen und benachbarten Epidermiszellen durch die Zartheit der trennenden Wand oder doch eines Theiles derselben erleichtert wird. Bei mechanisch schwach gebauten Schliesszellen ist diese Wand in ihrer ganzen Ausdehnung dünn und leicht permeabel; bei den stärkern ist es wenigstens ein Längsstreifen auf der Rückenseite der Zelle. Selbst wenn das Lumen der Schliesszellen im Querschnitt nur noch als enge Spalte erscheint, grenzt der Aussenrand dieser Spalte an die bezeichnete, oft überaus zarte Membranlamelle (Fig. 1, 2, 4, 8 u. a.). Man darf getrost behaupten, dass alle Abbildungen der Lehrbücher und Originalabhandlungen, welche diese verdünnte Stelle nicht zeigen (was häufig genug vorkommt), in diesem Punkte unrichtig sind.

In einzelnen Fällen weist auch die chemische Beschaffenheit der Wand an dieser verdünnten Stelle auf ihre Bedeutung für den Säfteverkehr hin. So ist z. B. bei *Makrozamia cylindrica* (Fig. 13) die stark verdickte Wand der Schliesszellen in ihrem ganzen Umfange cuticularisirt; nur diese eine Stelle (bei *i* in unserer Figur), welche die Aufnahme und Abgabe von Wasser ermöglicht, besteht aus gewöhnlicher Cellulose und wird dem entsprechend von concentrirter Schwefelsäure gelöst. Ähnlich verhalten sich auch *Pinus Laricio* und wie es scheint auch die übrigen *Pinus*-Arten (so z. B. *P. Pinaster*, *P. Pumilio*, *P. palustris* Ait.) und manche andern Coniferen. Auch hier ist die Membran der Schliesszellen bis auf die fraglichen Verbindungsstreifen cuticularisirt. Der Streifen selbst gewährt bei Pinus auf Querschnittsansichten ungefähr das Bild eines grossen Porus (Fig. 12 bei *i*); man überzeugt sich jedoch bei genauerer Untersuchung, dass der vermeintliche Porenraum mit einer das Licht schwach brechenden Cellulose ausgefüllt ist, welche in Jod und Schwefelsäure bläuliche Färbung annimmt. Andere der untersuchten Coniferen dagegen, wie z. B. *Podocarpus salicifolia*, zeigten bei etwas abweichenden Umrisslinien die normale Verdünnung der Membran, die übrigens auch hier nur an dieser verdünnten Stelle nicht cuticularisirt ist.

Ebenso constant, wie auf der Rückenseite, zeigt die Wandung der Schliesszellen auch auf der Bauchseite, wo sie die eigentliche Spalte begrenzt, eine dünne Stelle, die sich freilich in vielen Fällen auf einen äusserst schmalen Streifen reducirt. So oft nämlich das Lumen der Schliesszellen sehr verengt ist, erreicht diese Verengung auf der Spaltenseite einen höhern Grad als auf der entgegengesetzten, und nicht selten bilden hier die inneren Grenzflächen der Membran geradezu eine scharfe Kante (Fig. 4, 11, 17, 18). Das Lumen hat alsdann im ganzen mittleren Theil die Form einer Messerklinge. Aber auch abgesehen von diesen kleinen Eigenthümlichkeiten, unterscheidet sich die verdünnte Membranstelle auf der Spalten- oder Bauchseite in einem wesentlichen Punkt von derjenigen auf der Rückenseite. Wenn nämlich die Cuticula, wie es öfter vorkommt, nicht bloss den Vorhof auskleidet, sondern auch die Bauchwand der Schliesszellen bis zur Athemhöhle überzieht, dann zeigt dieselbe auch an der fraglichen verdünnten Stelle keine Unterbrechung. Hier steht also offenbar die Zartheit der Membran nicht etwa mit einem auf diese Stelle angewiesenen Säfteverkehr in Beziehung, weil ein solcher die theilweise oder gänzliche Verkorkung ausschliessen würde; auch lässt sich ein derartiger Verkehr zwischen den Schliesszellen und der luftführenden Spalte von vornherein nicht erwarten. Der betreffende Membranstreifen kann also nur eine mechanische Bedeutung haben, und es soll später gezeigt werden, in welcher Weise derselbe bei den Bewegungen der Schliesszellen betheiligt ist.

Ob die spaltenförmig verengten Lumina der Schliesszellen in eine mit der Epidermis parallele Ebene fallen oder aber gegen dieselbe geneigt sind, ist offenbar von untergeordneter Bedeutung und mag hier unberücksichtigt bleiben. Für die im Vorhergehenden angedeuteten Gesichtspunkte ist diese Neigung irrelevant.

Weniger leicht lässt sich die eigenthümliche Verdickung der Schliesszellmembranen kurz characterisiren; denn das Gemeinsame der hierher gehörigen Vorkommnisse liegt in der That fast nur im Vorhandensein irgend welcher Verdickungsleisten, während Form, Stärke und Anordnung derselben mannigfach variiren.

Die gewöhnliche Form, welche namentlich bei Mono- und Dicotylen mit mechanisch schwach gebauter Epidermis ungemein

häufig vorkommt, ist die in Fig. 6, 9, 11 dargestellte. Die V
dickungsleisten liegen hier auf der Bauchseite der Schliesszel
und erscheinen in der Querschnittsansicht als drei- oder viereck
Massen mit den bekannten vorspringenden Hörnchen. Mit R
sicht auf eine durch das Centrum der Schliesszelle und rechtwi
lig zur Blattfläche gelegte Ebene nehmen sie eine entschie
asymmetrische Lage ein; sie entsprechen mehr oder weniger
Kanten der Fugenfläche, deren Widerstandsfähigkeit gegen
sie natürlich bedeutend verstärken. Unter den Formveränderun
welche die Erhöhung des Turgors hervorruft, wird dementsprech
eine stärkere Verlängerung der dünnwandigen Rückenseite
eine dadurch bedingte Krümmung der Schliesszellen am auge
ligsten hervortreten. Diese Wirkung ist zugleich, wie ich in
Folge noch näher darlegen werde, eine der mechanisch wich
sten, weil in vielen Fällen hauptsächlich, in manchen ausschli
lich darauf die Erweiterung der Spalte beruht.

Neben dieser gewöhnlichsten Form, welche grosslumige Schli
zellen und eine zarte Rückenwand voraussetzt, kommt aber
eine zweite nicht gerade selten vor, welche gewissermassen
entgegengesetzte Extrem darstellt. Sie findet sich namentlich
manchen derben Phyllodien und immergrünen Blättern, hin
wieder auch bei Glumaceen, und ist ausgezeichnet durch spa
förmig verengte Lumina der Schliesszellen und durch halbc
drische, zuweilen mit mächtigen Cuticularleisten ausgestattete
dickungsstreifen, deren Schwerpunkte annähernd in die vorhin
wähnte Medianebene fallen (Fig. 3, 16*a*, 18). So z. B. bei
ältern Phyllodien von *Acacia leprosa*, *farinosa* und *acinacea*,
Blättern von *Melaleuca uncinata*, *Hakea suaveolens*, *Carex hirta*,

Dieser nahezu symmetrischen Formverhältnisse wegen ist
eine Krümmung der Zellen als Folge stärkerer Längenausdehnun
der Rückenseite bei gesteigertem Turgor entweder vollständig au
geschlossen oder doch sehr erschwert. Die Beweglichkeit solche
Spaltöffnungszellen scheint denn auch thatsächlich eine erhebli
geringere zu sein als im Jugendzustande, da das Lumen noc
deutlich keilförmig war (vgl. Fig. 3 mit Fig. 2). Mechanisch be
trachtet, kann indess eine Krümmung immer noch zu Stande kom
men; sie kann bedingt sein durch das Verlängerungsbestreben de
Schliesszellen, beziehungsweise durch den Gegendruck der ober
und unterseits angrenzenden Epidermiswände auf die meist sch

erweiterten Enden jener Zellen, wobei die letzteren in ihrem mittleren Theil nach Art einer überlasteten Säule seitlich ausbiegen würden. Eine solche Ausbiegung wird aber selbstverständlich nur dann in einer bestimmten Ebene stattfinden, wenn die Säule schon im spannungslosen Zustande eine gleichsinnige Krümmung zeigt, oder genauer ausgedrückt: wenn die Schwerpunkte der successiven Querschnitte in einer Curve liegen, welche in die genannte Ebene fällt. Diese Bedingung erfüllen die Schliesszellen theils durch die Dickenzunahme nach der Mitte hin, theils durch die Einschaltung jener Zwischenräume, welche als Vor- und Hinterhof beschrieben werden.

Zwischen diesen beiden extremen Formen finden sich nun die mannigfachsten Übergänge, auf deren Beschreibung ich indessen verzichte, da sie für das Verständniss des Spaltöffnungsapparates nichts wesentlich Neues bieten würde. Man braucht nur in Gedanken das grosse rundliche Lumen der ersten Reihe (Fig. 6) in die Birnen- oder Keilform (Fig. 5) überzuführen, dann allmälig bis zur schmalen Spalte sich verengern zu lassen, um die hier in Betracht kommenden Zwischenformen zu construiren. Die Verdickungsleisten gewinnen hierbei ganz von selbst an Masse und nähern sich gleichzeitig der Mittellinie, wobei der dünnwandige Membranstreifen der Bauchseite schon früh, die zarte Rückenwand dagegen erst zuletzt auf das Minimum der Breite reducirt wird. Als Beispiele solcher Übergangsformen, die sich aber schon mehr dem kleinlumigen Extrem nähern, erwähne ich die Spaltöffnungen von *Eriophorum alpinum* (Fig. 8), *Scirpus natalensis*, *Heleocharis palustris*, *Camellia japonica*, *Prunus Laurocerasus* (Fig. 1 u. 16), *Laurus nobilis*, *Myrtus communis*, *Olea europaea*, *Westringia longifolia*, *Templetonia glauca* (Fig. 17), *Viminaria denudata*.

Bei manchen der genannten Pflanzen ist übrigens der peripherische Theil des Spaltöffnungsapparates, d. h. der ganze Vorhof nebst den Cuticularleisten in Folge der starken Verdickung der Epidermis-Aussenwand und der bloss charnierartigen Beweglichkeit des Gelenkes ein nahezu absolut starres Gebilde, welches beim Öffnen und Schliessen der Centralspalte, wie schon oben angedeutet wurde, gänzlich unbetheiligt ist. Hier sind es also nur die dem Blattinnern zugekehrten Verdickungsleisten, welche einer Krümmung fähig sind; der Vorhof behält im geschlossenen wie im geöffneten Zustande seine constante Form und Grösse; in der

Flächenansicht erscheint er gewöhnlich als ein Oval von immer gleicher Breite und Länge, so z. B. bei *Myrtus communis*, *Prunus Laurocerasus* (Fig. 16 *c*), *Camellia japonica*, *Ilex Aquifolium*, *Calothamnus torulosus* (Fig. 18) etc.

Wie übrigens auch die Abstufungen zwischen den beiden Extremen sich gestalten mögen, soviel ist von vorne herein klar, dass bei den Schliesszellen mit beiderseits zugeschärftem spaltenförmigem Lumen (Fig. 3) jede andere Wirkung des Turgors, als die vom Druck auf das Kopf- und Fussende herrührende, ausgeschlossen ist. Die Analogie führt daher unwillkürlich zu der Vermuthung, dass eben diese Druckwirkung auch in andern nicht extremen Fällen, wo eine stärkere oder schwächere Krümmung schon durch die asymmetrische Lage der Verdickungsleisten bedingt ist, mitspielen könnte. Und wenn dies der Fall, dürfte sich der Antheil, den die beiden mechanisch wohl zu unterscheidenden Factoren an dem schliesslichen Effect haben, auch an günstigen Objecten nur selten genau bestimmen lassen. Wir werden uns also mit dem Nachweis begnügen müssen, dass entschieden grosslumige Schliesszellen solchen Druckwirkungen auf die beiden Enden in der Regel nicht ausgesetzt sind.

Den Längsverlauf der Verdickungsleisten betreffend, so ergiebt sowohl die Combination der Querschnitte, als die directe Beobachtung radialer Längsschnitte, dass dieselben sich gegen die beiden Enden hin verlieren. Die Enden selbst sind also dünnwandig, überdies in vielen Fällen beträchtlich erweitert, zumal in der Richtung senkrecht zur Blattfläche. Bei Gramineen und Cyperaceen beträgt z. B. die Höhe der Schliesszellen an den beiden Enden nicht selten das Zwei- bis Dreifache der Medianhöhe. Die Zellen erhalten dadurch auf Längsansichten, wie man sie auf Schnitten senkrecht zur Oberfläche findet, ein mehr oder weniger hantelförmiges Aussehen (Fig. 16, *b* und 24), zuweilen verbunden mit einer schwachen Krümmung nach aussen oder innen. Die absolute Stärke der Verdickungsleisten scheint in den meisten Fällen im ganzen mittleren Theil ziemlich constant zu sein (Fig. 16, *b*), zuweilen jedoch in der Mitte selbst ein Maximum zu erreichen und nach beiden Seiten hin etwas abzunehmen. Über die Art und Weise, wie die Enden der Verdickungsstreifen im erweiterten Theil der Schliesszellen auslaufen, habe ich genauere Untersuchungen deshalb nicht angestellt, weil mir die Bedeutung

der beobachteten Verschiedenheiten bis dahin dunkel geblieben ist. Ich beschränke mich daher auf die Bemerkung, dass die paarweise nebeneinander liegenden Verdickungsstreifen zusammengehöriger Schliesszellen auch da, wo diese letztern anatomisch verbunden sind, gewöhnlich nicht mit einander verschmelzen, sondern durch eine Rinne getrennt sind (Fig. 7), — eine Einrichtung, die ganz unverkennbar auf die Möglichkeit einer schwachen charnierartigen Bewegung hindeutet, auf welche ich weiter unten zurückkommen werde. Selbst die letzten Ausläufer der Verdickungsleisten (Fig. 20) erscheinen als isolirte Anschwellungen zu beiden Seiten der Mittelwand.

Die erweiterten Enden der Schliesszellen scheinen bei allen fester gebauten Blättern unbeweglich zwischen die angrenzenden Epidermiszellen eingekeilt zu sein. In einzelnen Fällen ergiebt sich diese Unbeweglichkeit ohne Weiteres aus den anatomischen Verhältnissen, welche eine merkliche Längenänderung gar nicht gestatten; in andern ist sie wenigstens wahrscheinlich oder doch jedenfalls annähernd vorhanden. Während also das Schliesszellenpaar in der Querrichtung mehr oder weniger augenfällige Dimensionsänderungen einzugehen vermag, erscheint dasselbe an den beiden Enden meist unbeweglich festgehalten, einem Brückenbogen gleich, der sich beiderseits gegen feste Widerlager stemmt.

II.

Im Vorhergehenden glaube ich die wichtigsten anatomischen Thatsachen, soweit sie mit bekannten Formveränderungen der Schliesszellen im Zusammenhang stehen, angedeutet zu haben. Daran würde sich nun naturgemäss die experimentelle Prüfung der Bewegungen reihen, welche thatsächlich beim Öffnen und Schliessen der Spalten stattfinden. Nach dieser Seite sind indess meine Untersuchungen keineswegs abgeschlossen. Namentlich hatte ich bei den Pflanzen mit kleinlumigen Schliesszellen mit Hindernissen zu kämpfen, die ich bis dahin nicht zu beseitigen vermochte. Mag auch die ungünstige Jahreszeit (die Beobachtungen fallen vorzugsweise auf Herbst und Winter) dieses Verhalten theilweise erklären, zumal bei Pflanzen mit ausgeprägt periodischer Vegetation, so belehrte mich doch andererseits die an sonnigen Apriltagen angestellte Vergleichung junger, noch nicht ausgewachsener Blätter und Phyllodien mit ältern, dass jene unter denselben

Bedingungen gesperrt offene, diese geschlossene Stomata zeigen. Die Verkleinerung des Lumens bedingt also mindestens eine relative, in extremen Fällen vielleicht eine absolute Unbeweglichkeit des Spaltöffnungsapparates.

Die folgenden Bemerkungen beziehen sich dementsprechend nur auf das Verhalten dünnwandiger, grosslumiger Schliesszellen und auf die Untersuchungsmethode selbst. Bezüglich der letztern sind als nächstliegende Zielpunkte der Beobachtung zu erwähnen: 1) Form und Dimension des Spaltöffnungsapparates im offenen Zustande, 2) dieselben im geschlossenen Zustande. Aus der Vergleichung beider ergiebt sich die beim Öffnen und Schliessen stattfindende Bewegung. Zur Ermittelung der bezeichneten Daten dienen vorzugsweise Querschnitte und Flächenansichten, die letztern je nach Umständen von der Innen- oder Aussenseite genommen. Die Querschnitte gestatten genaue Beobachtungen und Messungen im geschlossenen oder, ganz allgemein ausgedrückt, im spannungslosen Zustande; denn an günstigen Präparaten dieser Art sind die Schliesszellen stets angeschnitten und daher ohne Turgor. Will man dagegen den Spaltöffnungsapparat unversehrt beobachten, so sind die Querschnittsansichten wegen der unvermeidlichen Dicke des Schnittes nicht deutlich genug, um die erforderlichen Messungen auszuführen. Es ist also nothwendig, auf Flächenansichten diejenigen Daten zu gewinnen, welche über die Form- und Grössenverhältnisse im geöffneten oder allgemein im gespannten Zustande Aufschluss geben.

Eine solche Combination der Querschnitts- und Flächenansichten setzt aber eine genaue Kenntniss des anatomischen Baues voraus, weil jede Linie der Flächenansicht mit einer bestimmten Stelle des Querschnitts identificirt werden muss. Welche Theile des Apparates hierbei vorzugsweise in Betracht kommen, mag am besten an einem von den Autoren wiederholt besprochenen Beispiele gezeigt werden.

In Fig. 6, *a* ist der Querschnitt einer Spaltöffnung von *Amaryllis formosissima* dargestellt und in Fig. 6, *b* die zugehörige Längsansicht. Die punktirten Linien verbinden die sich entsprechenden Stellen der beiden Ansichten. Diese Deutung verträgt sich wohl mit der Beschreibung Mohl's, weicht dagegen in einem wesentlichen Punkte von derjenigen N. J. C. Müller's ab. Müller identificirt nämlich die zwei scharfen Ecken der Verdickungs-

leisten in der Querschnittsansicht (d. h. die Hörnchenspitzen, welche in seinen Figuren mit *e* bezeichnet sind) mit denjenigen Linien der Flächenansicht, welche dem Umriss der Centralspalte am nächsten liegen. Diese Linien entsprechen jedoch thatsächlich der Grenzfläche des Vorhofes (oder Hinterhofes) an der Stelle, wo derselbe auf Querschnitten am breitesten ist, und da der Vorhof von einer deutlichen Cuticula ausgekleidet wird, so erscheint im gleichen Niveau auch die innere, mit der Celluloselamelle verbundene Grenzfläche derselben als eine augenfällige, gewöhnlich etwas gekerbte Umrisslinie. Natürlich verhält sich dieser Umriss beim Öffnen und Schliessen der Centralspalte anders als die Hörnchen des Querschnittes. Während diese bei geschlossener Centralspalte sich berühren oder sogar übereinander greifen, bleibt der Vorhof selbst als luftführender Zwischenraum bestehen; er wird zwar schmäler, verschwindet aber nicht.

Ausser diesen Umrisslinien treten bei *Amaryllis* auch die Wandansätze der benachbarten Epidermiszellen (*m*, *m* in Fig. 6) auf Flächenansichten deutlich hervor, und zwar sowohl auf der Innen- wie auf der Aussenseite, überdies selbstverständlich auch die äussern oder Rückencontouren der Schliesszellen. Diese Linien sind sämmtlich so scharf gezeichnet, dass sich die Veränderungen ihrer Abstände beim Öffnen und Schliessen der Spalte durch Messung leicht bestimmen lassen; auch liefern zuweilen die dabei eintretenden relativen Niveauveränderungen erwünschte Anhaltspunkte. Man hat also nur nöthig, an möglichst weit geöffneten Stomata die bezeichneten Messungen vorzunehmen, dann Glycerin zuzusetzen, um den Turgor zu beseitigen, und nach einiger Zeit noch einmal zu messen. Diese letztern Daten müssen mit den an zarten Querschnitten gewonnenen übereinstimmen.

Einige der auf diesem Wege erhaltenen Zahlenwerthe sind nachstehend tabellarisch zusammengestellt. Als „Wandansätze" sind die vorhin erwähnten Ansatzlinien der rechts und links liegenden Epidermiszellen bezeichnet[1]).

---

[1]) Diese Ansatzlinien sind allerdings nicht die Verwachsungslinien selbst, sondern nur die Umrisse der sich bogenförmig einbiegenden Epidermiszellenwand. Und da diese Bogen beim Öffnen des Apparates sich etwas weiter vorschieben als im geschlossenen Zustande, so fällt ihr Abstand bei weit geöffneter Spalte stets etwas zu klein aus.

A. *Messungen bei mässig geöffneter Centralspalte.*

(Werthe in Mik.)

	Spaltöffnung I.		Spaltöffnung II.		Spaltöffnung III.	
	offen	geschlossen	offen	geschlossen	offen	geschlossen
Breite einer Schliesszelle	37	33	38	33	38	33
Vorhofweite	16	7	17	11	13	6
Centralspalte	8	0	3	0	5	0
Gegenseitiger Abstand der Wandansätze . .	40	34	37	32	45	40
Abstand der Wandansätze von der Rückenwand	19	16	21	18	16	11

B. *Messungen bei weit geöffneter Centralspalte.*

(Werthe in Mik.)

	Spaltöffnung I.		Spaltöffnung II.		Spaltöffnung III.	
	offen	geschlossen	offen	geschlossen	offen	geschlossen
Breite einer Schliesszelle	33	33	38	35	38	39
Vorhofweite	36	10	20	10	26	15
Centralspalte	26	0	13	0	20	0
Gegenseitiger Abstand der Wandansätze . .	53	33	50	36	56	43
Abstand der Wandansätze von der Rückenwand	20	17	20	17	20	17
Länge der Vorhofspalte	49	61	64	66	75	75

Die Resultate, die sich aus diesen und ähnlichen Beobachtun- n ergeben, lassen sich folgendermassen formuliren.

1) Die Centralspalte erreicht im geöffneten Zustande eine ximalweite von 10—20 Mik. und darüber. Die Rückenlinie r Schliesszellen ist alsdann stark gewölbt, auch auf Flächenan- hten fast halbkreisförmig, die Membran offenbar gespannt. Der erdurchmesser des Lumens nimmt mit der steigenden Krümmung : Zellen bis zu einer gewissen mittleren Öffnung der Central- ilte merklich zu, dann aber wieder ab; er ist zuletzt nicht isser, als im geschlossenen Zustande. Dabei fällt jene Zunahme ı Querdurchmessers vorzugsweise oder ausschliesslich auf den- igen Theil der Flächenansicht, welcher zwischen den Linien n (Fig. 6, *b*) und dem äussern Umriss liegt. Es ist mit an- n Worten die nicht verdickte Rückenwand, welche sich stärker int und wölbt, während die Verdickungsleisten und der da- ischen liegende Membranstreifen der Bauchseite ihre Projections- ite nur wenig vergrössern und auch dies zum Theil nur wegen r stärkern Wölbung der Wand.

2) Die Länge des Spaltöffnungsapparates, von einem Ende r Mittellinie bis zum andern gemessen, erfährt beim Übergang die Öffnungsstellung keine nennenswerthe Veränderung; nur lben sich die Lumina zu beiden Seiten der trennenden Wand ras vor, so dass der Umriss am Berührungspunkt mit der Wand bst einen einspringenden Winkel bildet. Auf Grund dieses Ver- tens ist daher die Möglichkeit nicht absolut ausgeschlossen, ıs die Schliesszellen, weil sie gegen die benachbarten Epider- zellen drücken, in Folge des Gegendruckes sich krümmen, be- hungsweise stärker krümmen, als dies sonst der Fall sein rde. Wäre dagegen die Erweiterung der Spalte mit einer Ver- rzung des Apparates verknüpft, so könnten Druckwirkungen ser Art nicht angenommen werden.

3) Die Erweiterung der Vorhofspalte, beispielsweise auf —20 Mik., ist mit einer merklichen Verkürzung ihres Längs- chmessers verbunden, welche im Durchschnitt auf mehrere ocent zu veranschlagen ist. Eine nach den Messungen ausge- rte Construction dieser Veränderungen zeigt jedoch, dass die genlängen der Verdickungsleisten, welche die Vorhofspalte um- men, mit steigender Krümmung etwas zunehmen. Übrigens rd durch die Erweiterung des Spaltöffnungsapparates der Pa-

rallelismus zwischen jenen Leisten und den Ansatzlinien der benachbarten Epidermiszellen, sowie den äussern Umrisslinien der Schliesszellen nicht gestört. Auch ist die Verschiebungsgrösse der correspondirenden Punkte auf der Aussen- und Innenseite des Apparates ungefähr gleich.

4) In geschlossenem Zustande zeigen die Schliesszellen häufig deutliche Einfaltungen auf der Rückenseite; zuweilen nimmt der ganze Apparat geigenförmige Gestalt an. Dabei betone ich, dass solche Formveränderungen im Leben selbst, z. B. unter dem Einfluss der Dunkelheit stattfinden, dass sie aber auch in ganz übereinstimmender Weise durch wasserentziehende Reagentien (Glycerin u. dgl.) hervorgerufen werden.

5) Der Verschluss der Spaltöffnungen ist ein dreifacher, indem erstlich die Centralspalte verschwindet und ausserdem die scharfen Kanten der 4 Verdickungsleisten, die Hörnchen der Querschnittsansicht, sich paarweise tangiren oder über einander greifen. Aber selbstverständlich können Vor- und Hinterhof, obschon sie vollständig von einander geschieden und nach aussen abgesperrt werden, niemals ganz verschwinden; sie erscheinen auf Flächenansichten stets als luftführende Spalten, welche auch im geschlossenen Zustande noch einen Querdurchmesser von 9—12 Mik. und darüber besitzen [1]).

6) Der Winkel, den die Innenflächen der beiden Verdickungsleisten einer Schliesszelle — die Flächen als Ebenen und bis zur Kreuzung verlängert gedacht — mit einander bilden, wird beim Öffnen des Apparates mehr oder weniger verändert, d. h. es findet auf der Bauchseite der Schliesszellmembran eine schwache charnierartige Bewegung um die Mittellinie oder, was dasselbe ist, eine kleine Veränderung der Wandkrümmung in der Querschnittsebene statt, welche durch die Zartheit der Membran zwischen den Verdickungsleisten ermöglicht wird. Die verdickten Wandpartieen mit dem zartwandigen Membranstreifen, der sie verbindet, verhalten sich gleichsam wie die beiden Cartons einer Mappe, welche

[1]) An welken und krankhaft veränderten Blättern habe ich allerdings hin und wieder Spaltöffnungen ohne Vorhof beobachtet. Allein die Querschnitte belehrten mich, dass hier die Hörnchen der Verdickungsleisten unregelmässig übereinander griffen und dass die Schliesszellen wie zusammengepresst aussahen. Normale Stomata zeigen solche Verhältnisse niemals.

in analoger Weise durch einen biegsamen Streifen von Leder oder Leinwand verbunden sind und in Folge dessen eine ähnliche, freilich viel ausgiebigere Bewegung gestatten. Über diese Charnierbewegung der Bauchwand ergaben indess meine Messungen keine ganz übereinstimmenden Ergebnisse; als Regel gilt, dass bei allmäliger Erweiterung der Centralspalte die Krümmung der Bauchwand, im Querschnitt betrachtet, zuerst etwas stärker, dann wieder schwächer und zuletzt — bei einer Öffnung von c. 15 — 20 Mik. — so schwach wird, dass die Centralspalte fast die Breite des Vorhofes erreicht. Durch vergleichende Beobachtungen ist ferner leicht zu constatiren, dass die fraglichen Wölbungs- oder Winkeländerungen bei *Amaryllis* einen viel geringeren Grad erreichen als z. B. bei *Canna*, *Tradescantia*, *Funkia*, *Orchis* und vielen andern Monocotylen. Es darf daher nicht überraschen, wenn ihr Vorhandensein für niedrige Öffnungsgrade oft gar nicht nachweisbar ist.

7) In der Richtung senkrecht zur Blattfläche nimmt der Durchmesser der Schliesszellen beim Übergang in die Offenstellung jedenfalls nicht ab; auch bei wenig geöffneter Spalte ergaben die Messungen an Längsschnitten, welche rechtwinklig zur Blattfläche geführt waren, entweder eine schwache Zunahme oder keine merkliche Veränderung. Zu demselben Resultat führte auch die mikrometrische Bestimmung der Tubusverschiebung, welche nothwendig ist, um bei Flächenansichten abwechselnd auf die Linien der Aussenwände (Vorhofspalte, äussere Wandansätze der Epidermiszellen) und der Innenwände (Hinterhofspalte, innere Wandansätze) einzustellen. Erst von dem Augenblicke an, wo bei steigender Turgescenz die Breite der Schliesszellen wieder abnimmt, scheint eine merkliche Zunahme der fraglichen Niveaudifferenz Regel zu sein, und wenn die Centralspalte eine Maximalweite von c. 20 Mik. und darüber erreicht hat, mag diese Zunahme gegen 10 Procent betragen. Auf dieses Stadium allein beziehen sich die Mohl'schen Angaben betreffend die Formveränderung unserer Spaltöffnungen.

Die Schliesszellen verhalten sich demnach wie eine kurze Kautschukröhre, welche durch comprimirte Luft von innen gespannt und zugleich durch irgend eine Kraft gekrümmt wird. Der Luftdruck bedingt hierbei natürlich eine allseitige Erweiterung, die Krümmung dagegen eine Verengung der Röhre in der Richtung

von der convexen nach der concaven Seite, womit dann ebenfalls wie bei den Schliesszellen, eine entsprechende Ausdehnung in d auf jener rechtwinkligen Richtung verknüpft ist. Der ursprüngli kreisförmige Querschnitt der Röhre wird daher in Folge d Krümmung elliptisch. Diese Vergleichung ist indessen nur g im Allgemeinen zutreffend; bezüglich der speziellen Querschnit veränderungen darf nicht übersehen werden, dass die Rückenwa der Spaltöffnungszellen sich beim Schliessen abplattet, die Bau wand dagegen um eben so viel stärker vorwölbt. Daher d Gleichheit der Schliesszellenbreite im geschlossenen und im w geöffneten Zustand.

Schon aus diesen Formveränderungen, namentlich aus d grössern Breite der Schliesszellen im mässig geöffneten Zusta und der stärkern Wölbung ihrer Rückenlinie bei constanter G sammtlänge des Apparats, geht unzweifelhaft hervor, dass d Volumen des Inhaltes bei offener Spalte grösser ist bei geschlossener. Es findet also beim Öffnen eine Volu zunahme statt, und da eine solche nur durch Wasseraufnahme dingt sein kann, so muss entweder die endosmotische Kraft Inhalt der Schliesszellen oder der Filtrationswiderstand des P mordialschlauches grösser geworden sein. Ebenso ist klar, d damit eine Steigerung des hydrostatischen Druckes und in Fo dessen eine entsprechende Zugspannung in der Membran verkn sein muss.

Die Spaltöffnungen der frisch abgezogenen Epidermis zeig überdies an den Stellen, wo die benachbarten Epidermiszellen s geschnitten sind, constant eine weiter geöffnete Spalte und ei stärkere Wölbung der Rückenlinie, als an den übrigen, durch d Schnitt nicht verletzten Stellen. Wenigstens gilt dies für alle g ringeren und mittleren Öffnungsgrade. Dieser Unterschied k nur daher rühren, dass der Gegendruck der unversehrten Epid miszellen die freie Ausdehnung der Schliesszellen verhindert, dass letztere nach Beseitigung dieses Gegendruckes eine no etwas stärkere Krümmung annehmen und überhaupt noch ei kleine Volumenzunahme erfahren. Dieses Verhalten der Schlie zellen beseitigt ausserdem, wenigstens zum Theil, die oben e wähnten Zweifel; es beweist nämlich, dass der Druck der Ep dermis auf die Enden der Schliesszellen beim Öffnen des App rates auf keinen Fall maassgebend ist; denn gerade die Stoma

welche einen solchen Druck auf das Kopf- und Fussende ausschliessen, öffnen sich am weitesten. Hier verhalten sich also die Schliesszellen nicht etwa wie überlastete Säulen, welche seitlich ausbiegen, sondern im Gegentheil wie freie Säulen, welche ohne alle Belastung durch innere Kräfte gekrümmt werden.

Bezüglich der absoluten Dehnungen, welche der hydrostatische Druck des Zellsaftes verursacht, beschränke ich mich auf folgende approximative Berechnung. Angenommen, die an die Spalte grenzende Hälfte der Schliesszelle, die wegen der Widerstandsfähigkeit der Verdickungsleisten jedenfalls nur kleine Volumänderungen erfährt, bleibe constant; dann kommt also nur die Ausdehnung der nicht verdickten Rückenwand in Betracht, welche die andere Hälfte abgrenzt. Als feste Grenzlinien dienen die Wandansätze der benachbarten Epidermiszellen. Nach den oben mitgetheilten Messungen nimmt diese von der Spalte abgewendete Hälfte jeder Schliesszelle beim Öffnen des Apparates bis zu einem gewissen mittleren Stadium im Verhältniss von 100:120 an Breite zu. Dies ergiebt für die Querschnittsansicht eine Verlängerung der nahezu halbkreisförmigen Rückenwand von ca. 100 auf 112 und eine Flächenzunahme dieses Halbkreises von 100 auf 125. Die Länge der Rückenwand zeigt dagegen auf Flächenansichten eine Zunahme von 100 auf 118, woraus sich für unsere Schliesszellhälfte eine mittlere Verlängerung von ca 9 pCt. und folglich eine Volumenzunahme von 100 auf $\frac{125.109}{100.100} = 136$, also ungefähr $\frac{1}{3}$ ergiebt, was freilich für die ganze Schliesszelle nur etwa $\frac{1}{6}$ ausmacht.

Die Vergleichung der Ausdehnungscoëfficienten für die Quer- und Längsrichtung der Rückenwand (12 pCt. und 18 pCt.) bei gleichem hydrostatischen Druck führt ausserdem zu dem Schluss, dass die Cohäsion der Membran in der Längsrichtung erheblich grösser sein muss als in der Querrichtung. Da nämlich der Krümmungsradius der Querschnittsansicht im gespannten Zustande nur ca. 20 Mik., derjenige der Längsansicht dagegen ca. 45—50 Mik. beträgt, so müsste bei gleicher Cohäsion die Ausdehnung in der Längsrichtung ca. $2\frac{1}{2}$ mal so stark sein, als in der Querrichtung, während sie thatsächlich nur das anderthalbfache erreicht[1]).

[1]) Vgl. Nägeli und Schwendener, Mikroskop, 2. Aufl. p. 413.

Was nun noch die Grösse des hydrostatischen Druckes selb betrifft, so steht derselbe natürlich mit den Spannkräften der Me bran im Gleichgewicht. Allein es fehlt zur Berechnung der letzte die genaue Kenntniss des Elasticitätsmoduls, und es wäre durchaus ungerechtfertigt, die auf spezifisch mechanische Zellen bezüglich Daten ohne Weiteres auf die Schliesszellen zu übertragen, da sch die enorme Dehnbarkeit dieser letztern auf einen wesentlich a weichenden molecularen Bau hinweist. Wollte man annehm dass zu der oben bezeichneten Dehnung in der Querrichtung de mindestens eine Zugkraft von 1 Kilo pro Quadratmillimeter Qu schnittsfläche erforderlich sei[1]), so würde sich hieraus bei ein Membrandicke von 1 Mik., welche bei jungen Zellen ungefähr d Wirklichkeit entspricht, ein hydrostatischer Druck von 5 Atm sphären[2]), und bei 2 Mik. Membrandicke ein solcher von 10 A mosphären ergeben. Auf Grund dieser Ziffern lässt sich die Re nung auch für beliebige andere Voraussetzungen leicht durchführe

Die Mechanik unserer Spaltöffnungen gestaltet sich nach d Gesagten sehr einfach. Die Centralspalte ist im spannungslos Zustande stets geschlossen; ebenso bei mässigem hydrostatisch Druck, so lange die Epidermiszellen demselben das Gleichgewi

---

[1]) Die Annahme einer Tragkraft von 1 Kilo pro □ mm. stützt sich a eine Reihe von Beobachtungen an dünnwandig-parenchymatischen Gewe streifen aus dem Mark oder aus der Rinde junger Dicotylenstengel, b denen die Zellen Längsreihen und die longitudinalen Wände nahezu gera Linien bilden. Solche Streifen zeigten stets eine sehr beträchtliche Dehnba keit, welche im turgorlosen Zustande zwischen c. 12 — 20 Procent varii Die Tragkraft betrug beispielsweise bei *Levisticum officinale* (Mark) u *Myrrhis odorata* (Mark) 800 Gramm pro Quadratmillimeter Wandquerschn bei *Mercurialis perennis* 1000 Gramm, bei *Daucus Carota* (ältere Wur rinde, in der Querrichtung genommen; Zellen mit schwachen Verdickung in den Ecken) 3000 Gramm, bei *Helleborus spec.* (älteres Mark des Blu stieles) 2700 — 3000 Gramm.

[2]) Ist nämlich n die fragliche Zahl der Atmosphären und der Dru einer Atmosphäre auf den Quadratmillimeter = 10 Gramm, der tangentia Zug dagegen nach unserer Annahme = 1 Kilo = 1000 Gr. pro □ mm., s hat man für eine cylindrische Zelle bei 0,001 mm. Wanddicke und 0,020 mm Radius

$$n = \frac{1000 \,.\, 0{,}001}{0{,}020 \,.\, 10} = 5 \text{ Atmosphären.}$$

halten. Ändern sich jetzt die endosmotischen Bedingungen zu Gunsten der Schliesszellen, so steigt hier der Turgor, die Wandungen werden durch den Überdruck gespannt, und jedes Flächenelement dehnt sich begreiflicher Weise um so stärker aus, je geringer der in demselben vorhandene Widerstand. Da nun die auf der Bauchseite der Schliesszellen gelegenen Verdickungsleisten vermöge ihrer grössern Querschnittsfläche einer Dehnung den grössten Widerstand entgegensetzen, so erfährt die ganze Bauchseite nur eine geringe, die schwache Rückenseite eine viel stärkere Verlängerung. Es tritt folglich Krümmung ein. Die einzelne Schliesszelle verhält sich wie ein kurzes Stück einer Kautschukröhre, deren Wandung auf einer Seite beträchtlich dicker ist, als auf der andern; sobald man von innen Wasser oder Luft unter hohem Druck auf eine solche Röhre wirken lässt, kommt aus demselben Grunde eine deutliche Krümmung zu Stande.

Diese Krümmung der Schliesszellen ist für das Spiel des Spaltöffnungsapparates entscheidend. Die Breitenzunahme der Zellen, sowie die spätere Breitenabnahme und alle sonstigen Formveränderungen sind dagegen untergeordnet oder gänzlich irrelevant; die meisten derselben sind wohl nur als die unvermeidlichen, aber von der Natur nicht angestrebten Folgen des überall gleich wirkenden Turgors und der dadurch bedingten Krümmung zu betrachten. Man begreift z. B., dass eine allzustarke Krümmung die Form des Querschnittes mehr oder weniger modificiren muss, so dass eine geringe Höhenzunahme der Schliesszellen bei abnehmender Breite nichts Auffallendes hat; denn eine Kautschukröhre verhält sich unter ähnlichen Bedingungen ebenso. Auch ist leicht einzusehen, dass eine Kraft, welche auf alle Punkte der Membran mit derselben Intensität drückt, die Verdickungsleisten mehr oder weniger verschieben muss, gleichviel ob diese Verschiebung direkt wahrnehmbar sei oder nicht. Und in der That zeigen diese Leisten, wie schon oben angedeutet, ausser der Krümmung, die der ganzen Zelle zukommt, noch eine schwache Drehung um ihre Axe, etwa nach Art eines Portemonnaie-Schlosses (wenn man nämlich die beiden rechts und links liegenden Leisten des ganzen Apparates als Paar betrachtet). Ich vermuthete eine Zeit lang, dass diese Drehung beim Öffnen und Schliessen von hervorragender Bedeutung sein könnte, habe mich indessen überzeugt, dass dies bei

Amaryllis nicht der Fall ist: die Krümmung ist zweifellos die Hauptsache[1]).

Wie bei *Amaryllis formosissima*, die ich im Vorhergehenden ausschliesslich im Auge hatte, so verhalten sich nun auch die Stomata vieler andern Pflanzen, und zwar nicht bloss aus der Abtheilung der Monocotylen mit grosslumigen Schliesszellen, sondern auch der entsprechenden Dicotylen, selbst die Gefässkryptogamen nicht ganz ausgeschlossen. Ich erwähne als nahestehende Beispiele monocotyler Gewächse namentlich *Funkia ovata*, *Hyacinthus orientalis*, *Allium altaicum* und *Cepa*, *Canna indica*, *Musa rosacea*, *Haemanthus puniceus*, *Griffinia Blumenaviana*, *Tradescantia discolor*.

Die hier zu betonende Übereinstimmung bezieht sich indessen nicht auf alle Einzelheiten, sondern nur auf die wesentlichen Punkte. Als solche sind zu bezeichnen: 1) Form und Lage der Verdickungsleisten; ebenso alle die anatomischen Eigenthümlichkeiten, welche Eingangs als charakteristisch für die grosslumigen Schliesszellen bezeichnet wurden. 2) Vergrösserung des Lumens der Schliesszellen durch Wasseraufnahme und Steigerung der Membranspannung beim Öffnen der Centralspalte, wobei jedoch die Art der Formveränderung nicht inbegriffen ist. 3) Grösste Erweiterung der Spalte, wenn die benachbarten Epidermiszellen verletzt wurden. 4) Geschlossensein der Spalte im spannungslosen Zustande.

Als unwesentlich und variabel oder auch als unbestimmbar betrachte ich dagegen die Formveränderungen der Querschnittsansicht, speziell diejenigen, welche mit der oben erwähnten Torsion der Verdickungsleisten verknüpft sind, also die stärkere oder schwächere Hervorwölbung der Bauchwand bei zunehmender Spannung, ebenso die Dimensionsänderungen in der Richtung senkrecht

---

[1]) Dessenungeachtet mag hier noch speziell hervorgehoben werden, dass die erwähnte Drehung der Verdickungsleisten keineswegs Null ist. Dies lässt sich aus folgendem Verhalten mit Nothwendigkeit folgern. Ein Querschnitt durch diejenige Stelle der Stomata, wo die Schliesszellen bereits anatomisch verbunden, die Verdickungsleisten aber noch durch die Vorhofspalte getrennt sind, gewährt das Bild Fig. 7. Aus Flächenansichten geht nun unzweifelhaft hervor, dass die von den Leisten eingeschlossene Vorhofspalte beim Öffnen des Apparats auch an dieser in Fig. 7 abgebildeten Stelle breiter wird, und da eine Centralspalte hier nicht mehr vorhanden ist, so muss nothwendig eine kleine Drehung der Verdickungsleisten erfolgen. Drehung an den beiden Enden lässt aber auch auf Drehung in der Mitte schliessen.

zur Blattfläche, die gleiche oder ungleiche Bewegungsgrösse der Aussen- und Innenseite (des Vor- und Hinterhofes), den vollständigen oder unvollständigen Verschluss des Vorhofes nach aussen und dgl. Diese Punkte betreffend bemerke ich bloss, dass bei den meisten der vorhin genannten Monocotylen der Spielraum der Bewegung beim Öffnen und Schliessen auf der Innenseite etwas grösser ist als auf der Aussenseite, während dagegen die Wölbung der Bauchwand im geschlossenen Zustande häufig etwas verstärkt erscheint. Auch mag bemerkt werden, dass die Vorhofmündung (Eisodialspalte) sich gewöhnlich nie ganz schliesst, sondern bloss verengert oder erweitert.

Unter den wesentlichen Merkmalen darf das oben unter 4) genannte, nämlich das Geschlossensein der Spalte im spannungslosen Zustande, nicht fehlen; denn es giebt Spaltöffnungen, welche bei sonst übereinstimmendem Bau sich niemals schliessen, weder beim Liegenlassen in Glycerin, Jodlösung, Säuren etc., noch unter dem Einfluss der Dunkelheit. Die Schliesszellen bleiben vielmehr auch im spannungslosen Zustande gekrümmt, die Spalten geöffnet. Doch sind es (abgesehen von den sogenannten Wasserporen) nach meinen bisherigen Beobachtungen bloss Wasserpflanzen: *Alisma Plantago*, *Calla palustris*, *Salvinia natans*, welche in diese ausgezeichnete Categorie gehören.

Unter den Monocotylen, welche sich mit Rücksicht auf Bau und Mechanik der Spaltöffnungen in den wesentlichen Punkten an *Amaryllis* anschliessen, aber bezüglich der Formveränderungen beim Öffnen und Schliessen ein anderes Extrem darstellen, habe ich namentlich *Tradescantia discolor* (Fig. 11) genauer untersucht. Übrigens geht aus den Beobachtungen Mohl's und N. J. C. Müller's und ebenso aus meinen eigenen gelegentlichen Messungen hervor, dass zahlreiche Liliaceen und Orchideen offenbar ganz ähnliche Abweichungen zeigen. Bei all' diesen Gewächsen bleibt nämlich die Breite der einzelnen Schliesszelle durch alle Stadien hindurch so zu sagen constant oder wird sogar mit der Verengerung der Centralspalte etwas grösser, während dagegen die Ausdehnung senkrecht zur Blattfläche mit dem Turgor steigt und fällt. In Folge dieses Verhaltens bleibt auch die Gesammtbreite des von der Fläche gesehenen Spaltöffnungsapparates und die Form der Rückenwand bis zu einem gewissen Öffnungsgrade unverändert, und nur wenn dieser Grad überschritten wird, findet eine stärkere

Krümmung der Rückenwand und somit der ganzen Schliesszel
statt. Die Verengerung der Centralspalte geschieht also bei st
ker Öffnung zum Theil, bei geringer Öffnung ausschliesslich du
das stärkere Hervorwölben der Bauchwand, und diese Formver
derung steht ihrerseits im Zusammenhange mit der bei abnehm
dem Turgor erfolgenden Contraction der Schliesszellen in der
Blattfläche senkrechten Richtung.

Über die Grösse der vorkommenden Krümmungs- und Dim
sionsänderungen geben die folgenden Messungen an *Tradesca*
discolor einige Anhaltspunkte. Die beobachteten Stomata hat
sich in Wasser oder Luft weit geöffnet. In diesem Zustande w
den die ersten Messungen ausgeführt. Nach Zusatz von verdü
tem Glycerin erfolgte sodann ein langsames Schliessen, wobei
in der zweiten Hauptcolumne enthaltenen Maassbestimmungen v
genommen wurden. Die Verkürzung der Rückenwand, die
hierbei herausstellte, erreichte bei einer Öffnung der Centrals
von 15 bis 18 Mik. ca. 18 Procent, bei geringerer Amplitude e
sprechend weniger.

	Offen In Wasser	Nach Zusatz von Glyce		
Gesammtbreite d. Spaltöffnung	43 Mik.	40 Mik.	36 Mik.	36 M
Breite einer Schliesszelle .	16 „	16 „	16 „	17
Vorhofweite	16 „	13 „	11 „	10
Breite der Centralspalte . .	11 „	7 „	1,5 „	0

Die Vergleichung der Vorhofweite mit der jedesmaligen Br
der Centralspalte zeigt deutlich, dass die mittleren und letzten
dien der Schliessbewegung hauptsächlich durch das stärkere
schieben der Bauchwand zu Stande kommen. In wieweit hie
die grössere Dimensionsänderung des Hinterhofes mitspielt,
aus nachstehenden Messungen an einer andern Spaltöffnung her
deren Innenseite nach oben gekehrt war. Die Maasse sind e
falls in Mik. angegeben.

	Schliesszellbreite	Hinterhofweite	Centralspalte	Vorhofw
Offen . . .	20	14½	10	18
Geschlossen .	20	8	0	13

Der Vorhof verschmälerte sich demnach um 5 Mik., der Hinterhof um $6\frac{1}{2}$ Mik., die Centralspalte um 10 Mik. Es findet also thatsächlich eine stärkere Wölbung der Bauchwand statt, wenn die Schliesszellen in den spannungslosen Zustand übergehen; ihre Breite bleibt hierbei unverändert.

Behufs weiterer Vergleichung füge ich nachstehend noch einige Messungen an stärker geöffneten Spaltöffnungen bei, welche im Wesentlichen zu demselben Ergebniss führen.

	Spaltöffnung I.		Spaltöffnung II.	
	offen	geschlossen	offen	geschlossen
Gesammtbreite	58 Mik.	42 Mik.	53 Mik.	40 Mik.
Schliesszellbreite . . .	19 „	19 „	18 „	20 „
Vorhofweite	22 „	10 „	24 „	9 „
Centralspalte	19 „	3 „	17 „	0 „

Die Centralspalte verengt sich also wieder erheblich stärker als der Vorhof.

Zur Bestimmung der Contractionsgrösse in der Richtung senkrecht zur Blattfläche wählte ich Flächenansichten offener Spaltöffnungen, die Innenseite wie vorhin nach oben gekehrt. Man sieht an solchen bei höchster Einstellung in aller Schärfe die innern Wandansätze der benachbarten Epidermiszellen und bei tiefer Einstellung noch ziemlich deutlich die Umrisse des Vorhofes an der Stelle, wo er am breitesten ist. Man hat also nur nöthig, die Tubusverschiebung von einem Niveau zum andern sowohl im offenen als im geschlossenen Zustande mikrometrisch zu messen und die gefundene Differenz mit dem Brechungscoëfficienten der Beobachtungsflüssigkeit (annähernd $\frac{4}{3}$) zu multipliciren[1]), um den wirklichen Abstand der bezeichneten Niveaulinien zu erhalten. Nach dieser Methode ausgeführte Messungen ergaben beispielsweise eine Contraction von 19 auf 14 Mik., in einem andern Falle von 23 auf 17 Mik., also etwa 26 Procent der ursprünglichen Ausdehnung im gespannten Zustande. Da nun diese Contraction der Schliesszellen im Wesentlichen als eine blosse Veränderung der Querschnittsform, gewissermaassen als Abplattung einer Röhre aufzufassen ist, so hätte sie nothwendig eine entsprechende Verbreite-

[1]) Vgl. Nägeli und Schwendener, des Mikroskop, 2. Aufl. p. 246.

rung derselben zur Folge, wenn nicht gleichzeitig die Membranen selbst in ihrer Flächenausdehnung sich contrahirten und vielleicht auch die relative Projectionsbreite des Querschnittes eine kleine Änderung erführe. Nur durch das Zusammenwirken solcher entgegengesetzter Factoren wird die Thatsache erklärlich, dass die Breite der Schliesszellen constant oder doch nahezu constant bleibt.

Zwischen den beiden Extremen, den Spaltöffnungen von *Amaryllis* mit schwachen Krümmungsänderungen der Bauchwände und denjenigen von *Tradescantia*, wo diese Ab- und Zunahme der Neigung und Wölbung sehr augenfällig hervortritt, giebt es natürlich die mannigfaltigsten Übergangsstufen. Man begreift, dass die Krümmung und Dehnbarkeit der Rückenwand schon für sich allein einen sehr erheblichen Einfluss auf die Veränderung der Querschnittsform ausüben muss. Die Lage der Bauchwand wird sich also bei wechselndem Turgor in sehr verschiedenem Grade verändern. Absolut constant scheint dieselbe nie zu sein; die Übereinstimmung im anatomischen Bau weist deutlich genug darauf hin, dass eine Bewegung der Verdickungsleisten, zumal der innern, immer vorgesehen ist, wenn sie auch zuweilen nur einen geringen, kaum messbaren Grad erreicht.

Als ein Beispiel aus der Reihe der Dicotylen, durch welches die Formveränderungen der Querschnittsansicht in ein noch klareres Licht gestellt werden, mögen hier noch Messungen an den Spaltöffnungen von *Helleborus* (einer im hiesigen Universitätsgarten cultivirten hybriden Form, deren Spaltöffnungen in Fig. 15, *a* und *b* dargestellt sind) mitgetheilt werden. Die Werthe sind in Mik. angegeben.

	Spaltöffnung I.		Spaltöffnung II.	
	offen	geschlossen	offen	geschlossen
Vorhofweite	13	13	19	19
Centralspalte	3	0	3	0
Hinterhofweite	13	8	10	5
Breite einer Schliesszelle	18	19	21	21

Die Niveaudifferenz zwischen den scharf gezeichneten Umrisslinien des Vor- und Hinterhofes betrug im geöffneten Zustande 18 Mik., im geschlossenen nur noch 13 Mik. Aus der Vergle-

chung der Querschnittsansichten offener und geschlossener Spaltöffnungen ergab sich überdies eine sehr augenfällige Veränderung bezüglich der Krümmung und Neigung der Rückenwände. Alle diese Veränderungen sind in Fig. 21 graphisch dargestellt; die ausgezogenen Linien entsprechen dem offenen, die punktirten dem geschlossenen Zustand. Als unbewegliche Horizontale wurde die Queraxe des Vorhofes zwischen den Ecken a und a_1 angenommen.

Das Characteristische der Schliessbewegung liegt hiernach bei *Helleborus* darin, dass die Vorhofweite, wenigstens bei mässigem Druck, constant bleibt, der Hinterhof dagegen nahezu um die doppelte Breite der Centralspalte schmäler wird, während zugleich die Rückenwände der Schliesszellen sich stärker wölben und um ihre äussern Ansatzlinien drehen, wie Flügelthüren um ihre Angeln. Das mechanische Verständniss dieser Bewegungsvorgänge wird nun aber wesentlich erleichtert, wenn wir es versuchen, dieselben durch die Formveränderung des Lumens auszudrücken. Im spannungslosen Zustande stellt nämlich das letztere im Hauptumriss ein ungleichseitiges Dreieck dar; durch Steigerung des hydrostatischen Druckes wird dasselbe grösser und nähert sich einer mehr gleichschenkligen Form, wodurch ein Zurückweichen der Bauchwände und somit das Öffnen der Centralspalte bedingt wird.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich von selbst, dass die Formveränderungen der Schliesszellen in jedem concreten Falle nach Analogie des so eben besprochenen von der Form der Verdickungsleisten und des Lumens, sowie von der Breite und Dehnbarkeit der dünnwandigen Membranstellen abhängig sind. Spaltöffnungen, welche sich beim Schliessen in der Richtung senkrecht zur Oberfläche merklich contrahiren, kommen offenbar sehr häufig vor. Dabei bleibt das Lumen bald symmetrisch und Vor- und Hinterhof erfahren ungefähr dieselben Dimensionsänderungen, oder es wird beim Schliessen unsymmetrisch, womit dann eine stärkere Tangentialbewegung der innern Verdickungsleisten nothwendig verbunden ist. Letzteres ist z. B. der Fall bei *Cyclamen*, wo die Schliesszellen in der zur Oberfläche senkrechten Richtung sich von 14 auf 10 Mik. contrahirten, ebenso bei *Pelargonium zonale*, *Begonia Dregei*, *Vinca rosea* (Fig. 14, *a* u. *b*).

Ist die dünnwandige Membranstelle der Bauchwand nur an jugendlichen Spaltöffnungen von erheblicher Breite, während sie später so zu sagen zur ausdehnungslosen Linie wird, so ist natür-

lich auch die eben erwähnte Beweglichkeit der innern Verdickungsleisten nur im Jugendzustande vorhanden. Eine kleine Differenz zwischen der Innen- und Aussenseite der Spaltöffnungen kann aber trotzdem bestehen bleiben, weil die Aussenseite der Bewegung nicht selten grössere Widerstände entgegensetzt.

III.

Nach diesen Darlegungen erübrigt mir noch, die weitere Frage zu erörtern, inwieweit die beschriebenen Spaltöffnungen mit ihren eigenthümlichen Formverhältnissen den Anforderungen einer rationellen Construction entsprechen und welche Bedeutung den einzelnen Theilen zukommt. Diese Frage in ihrem ganzen Umfange befriedigend zu lösen, bin ich ausser Stande; doch mag es immerhin für das Verständniss förderlich sein, wenn ich hier einige Andeutungen gebe, die wenigstens nach einer Seite hin als Lösung gelten mögen.

Was zunächst die Zweizahl der Verdickungsleisten betrifft, so gehört dieselbe nothwendig zum Wölbungsmechanismus der Bauchwand. Die beiden Leisten einer Schliesszelle können nach Früherem mit den festen Cartons einer halbgeöffneten Mappe verglichen werden und der zarte Membranstreifen der Bauchwand mit dem weichen Rückenleder dieser Mappe; der letztere bedingt die Beweglichkeit. Handelt es sich um eine blosse Charnierbewegung, so genügt dieser Anforderung schon ein sehr schmaler Streifen. Beruht dagegen der Öffnungsmechanismus zum Theil auf einer Erweiterung des Hinterhofes bei unveränderlichem Vorhof und auf einer entsprechenden Neigungsänderung der Rückenwände, so muss natürlich auch die Bauchwand dieser Bewegung folgen können, was immerhin eine gewisse Breite des biegsamen Theils voraussetzt, die in diesem Falle auch vorhanden ist. Aber selbst wenn wir von diesen besondern Zwecken gänzlich absehen, so gewährt die Zweizahl auch für die blosse Krümmung der Schliesszellen unzweifelhaft einige Vortheile. Erstens spielt der Mechanismus in Folge der Fixirung zweier Längslinien etwas regelmässiger, weil die Krümmungsebene der Schliesszellen dadurch genauer vorgezeichnet ist, als wenn z. B. nur eine Leiste mitten auf der Bauchwand verliefe. Zweitens lässt sich der Verschluss mittelst zarter Membranen, welche mehr oder weniger gegen einander gepresst werden, vollständiger herstellen, als durch relativ starre Gebilde.

Drittens wäre eine angemessene Wandverstärkung auf der Aussenseite der Schliesszellen, soweit dieselbe die Fortsetzung der Epidermis-Aussenwand bildet, doch nicht zu umgehen; dies würde aber der Symmetrie wegen, d. h. wenn die Krümmungsebene nicht verschoben werden soll, auch eine entsprechende Verdickung der Innenseite voraussetzen, womit also wiederum zwei symmetrische Verstärkungen gegeben wären.

Ebenso ist die Thatsache, dass die Verdickungsleisten im ganzen mittleren Theil ungefähr gleich stark sind und erst gegen die Enden zu schwächer werden, als zweckmässige Anpassung zu betrachten. Denn diese Leisten werden durch den Seitendruck in ähnlicher Weise gekrümmt, wie eine aus zwei zusammengelötheten Metallstreifen bestehende Feder (Metallthermometer) und sollen daher nicht etwa nach Art eines Armbrustbogens „Träger von gleichem Widerstande" sein. Dass ihre schwächeren Enden, wie Fig. 7 u. 20 zeigt, vollständig getrennt auslaufen, statt zu einer einzigen Masse zu verschmelzen, hängt offenbar mit den oben erwähnten Drehbewegungen beim Öffnen und Schliessen zusammen; ohne diese Einrichtung würden solche Drehungen eine bedeutend grössere Kraft erfordern.

Bezüglich der Spaltöffnungen, deren innere Verdickungsleisten bei zunehmendem Turgor weiter auseinander rücken, deren Hinterhof also enger wird, ohne dass der Vorhof eine Änderung erfährt (wie dies für *Helleborus* constatirt wurde), so beruht diese Wirkung wesentlich auf der Querschnittsform des Lumens, welches im spannungslosen Zustande ein ungleichseitiges Dreieck darstellt und in Folge der Spannung diese Ungleichheiten zu beseitigen strebt; aber es ist klar, dass der Übergang in ein mehr gleichschenkliges Dreieck, beziehungsweise in die symmetrische Glockenform (Fig. 15, *b*) nur möglich wird durch den weitern Umstand, dass auch die zarte Bauchwand eine erhebliche Breite besitzt und sich demgemäss gleichsinnig mit der Rückenwand bewegen kann. Ein blosses Charniergelenk würde hier offenbar, wie schon oben angedeutet, dem Zwecke nicht entsprechen.

So ist denn gerade bei solchen Spaltöffnungen Alles darauf berechnet, durch Steigerung des hydrostatischen Druckes in den Schliesszellen zwei wesentlich verschiedene Wirkungen zu erzielen. Erstens bedingt die einseitig genäherte Lage der Verdickungsleisten Krümmung der Schliesszellen; zweitens hat der Übergang von der

unsymmetrischen Querschnittsform des Lumens in die symmetrische die Erweiterung des Hinterhofes und somit, auch ohne die Krümmung, das Öffnen der Centralspalte zur Folge. Die Veränderung der Querschnittsform und die damit verbundene Biegung der zwei innern Verdickungsleisten erfordert einen geringeren, die Krümmung der Schliesszellen selbst einen um so grösseren Kraftaufwand, je stärker die Wandverdickungen und je weniger die anstossenden Epidermis-Aussenwände zum Nachgeben eingerichtet sind. Es giebt Fälle genug, wo der Vorhof von einem nur wenig beweglichen oder fast absolut starren Wall umschlossen wird; dann hat die Natur dafür Sorge getragen, dass die Querschnittsveränderung allein einen hinlänglichen Ausschlag giebt.

Um diese Wirkung des hydrostatischen Druckes auf die Querschnittsform der Schliesszellen experimentell zu veranschaulichen und zugleich zu zeigen, dass die Beweglichkeit der Bauchwand wie der Rückenwand eine Nothwendigkeit ist, mag man sich einer kurzen, aus luft- und wasserdichtem Stoff hergestellten Röhre bedienen, deren Wandung mit zwei Holzschienen *a b* und *c d* (Fig. 22) in der angedeuteten Weise fest verbunden ist. Eine passend angebrachte, nicht zu starke Feder diene zur Herstellung der asymmetrischen Querschnittsform, welche in unserer Figur ungefähr dem Lumen einer Schliesszelle entspricht. Die Enden der Röhre seien in der Art verschlossen, dass einer Formveränderung des Querschnitts dadurch kein Widerstand erwächst, das eine Ende überdies mit einer Öffnung zum Hineinpressen von Luft oder Wasser versehen. Man wird alsdann leicht beobachten können, wie der von innen wirkende Druck die Kraft der Feder überwindet und bei hinreichender Intensität die vollständige Symmetrie der Querschnittsform herstellt, wobei die Schiene *c d* in die Stellung c_1 d_1 übergeht[1]).

Endlich mag auch darin eine zweckmässige Einrichtung erkannt werden, dass die Wandverdickungen der Schliesszellen mit zunehmendem Alter, zumal bei mehrjähriger Dauer der Blätter, zuweilen so stark werden, dass dadurch das Öffnen des Apparates

---

[1]) Ich besitze einen solchen Apparat, der mir von Warmbrunn und Quilitz in Berlin nach Vorschrift geliefert wurde. Für Diejenigen, welche mechanische Fragen dieser Art auf mathematischem Wege zu lösen gewohnt sind, ist natürlich das Experiment überflüssig.

sehr erschwert, zuletzt unmöglich wird. Ja ich habe an *Prunus Laurocerasus* und *Camellia japonica* wiederholt beobachtet, dass an ältern Blättern sogar die Athemhöhlen durch eine der Thyllenbildung ähnliche Sprossung, die von den benachbarten Parenchymzellen ausgeht, vollständig verstopft werden (Fig. 16, *a*). In solchen Fällen kann kein Zweifel darüber bestehen, dass die Function der Spaltöffnungen eine zeitlich begrenzte ist.

Soweit es sich also um den blossen Krümmungs- und Öffnungsmechanismus handelt, lassen sich die der Construction zu Grunde liegenden Principien mit ziemlicher Sicherheit übersehen. Allein völlig unerklärt bleibt hierbei die eigenthümliche Querschnittsform der Verdickungsleisten, ich meine speziell die vorspringenden, rinnenförmig gebogenen Kanten derselben, die Hörnchen des Querschnitts. Dass der nächstliegende Zweck dieser räthselhaften Formen in der Herstellung von Hohlräumen, des Vor- und Hinterhofes, liegt, welche auch im geschlossenen Zustande Luft führen, ist wohl nicht zu bezweifeln; aber wozu diese Luft? Ich unterlasse es, hierüber Vermuthungen auszusprechen, weil ich sie doch nicht hinlänglich zu begründen vermöchte, erlaube mir aber, auf eine beachtenswerthe anatomische Thatsache hinzuweisen. Nach Untersuchungen, welche Herr Dr. A. Tschirch in meinem Institut ausgeführt hat, giebt es alle denkbaren Übergänge zwischen dem kleinen, verschliessbaren Vorhofe von *Amaryllis* und dem sehr viel grössern, nicht verschliessbaren von *Calothamnus torulosus* (Fig. 18) und andern ähnlichen Formen (s. Linnaea, neue Folge, IX p. 139). Diese grössern Vorhöfe stimmen oft auffallend mit den ebenfalls unveränderlichen Vertiefungen überein, wie sie bei manchen andern Pflanzen, z. B. den Coniferen, oberhalb der eingesenkten Schliesszellen von der Epidermis gebildet werden. Die Centralspalte der Stomata mündet also hier wie dort in einen grubenartigen, mit ruhiger Luft erfüllten Vorraum, welcher bald von den Verdickungsleisten, bald von den benachbarten Epidermiszellen wallartig umschlossen wird; im ersten Fall bezeichnet man diesen luftführenden Raum als Vorhof, im zweiten als vordere Athemhöhle. Die physiologische Bedeutung ist aber offenbar in beiden Fällen dieselbe, wie denn auch die Umrissformen in einander übergehen.

IV.

Fragen wir endlich nach den äussern Agentien, welche auf den Turgor der Schliesszellen Einfluss üben, so können an der lebenden, normal vegetirenden Pflanze eigentlich bloss Licht und Wärme in Betracht kommen; das Wasser gehört nicht dazu. Denn einerseits sind alle Erscheinungen, welche an der frisch abgezogenen Epidermis unter Wasser eintreten, offenbar nur künstlich hervorgerufen und kommen im Leben nicht vor; andererseits gehört eine allzurasche Wasserabgabe durch Verdunstung und das dadurch bedingte Welken der Blätter nicht zu den Bedingungen normaler Vegetation; auch ist die dadurch hervorgerufene Wirkung von derjenigen eines beliebigen wasserentziehenden Mittels nicht verschieden. Und was die elektrischen Schläge anbelangt, so wissen wir ja, dass sie auf das Plasma lebender Zellen störend und bei hinreichender Intensität tödtlich wirken. Es kann uns also nicht auffallen, dass auch die Spaltöffnungszellen, wie Müller gezeigt hat, unter dem Einfluss kräftiger Inductionsschläge ihren Turgor verlieren und in Folge dessen sich schliessen, wenn sie vorher geöffnet waren.

Um den Einfluss des Lichtes kennen zu lernen, liess ich eine kräftige Pflanze von *Amaryllis formosissima* etwa 1—2 Stunden am Fenster stehen, wo sie direct von der Sonne beschienen wurde, und brachte dann ein kleines Stück der Blattepidermis so rasch als möglich unter's Mikroskop. Die Stomata waren unter diesen Umständen stets geöffnet, am weitesten immer diejenigen, welche an angeschnittene Epidermiszellen grenzten und sich folglich ungehemmt ausdehnen konnten; denn alle übrigen standen unter dem Gegendruck der Epidermiszellen, der natürlich an der lebenden Pflanze immer vorhanden ist.

Für die Beobachtung selbst sind einige Vorsichtsmaassregeln empfehlenswerth, welche den Zweck haben, nachträgliche Veränderungen zu verhüten. Legt man nämlich die zu untersuchenden Flächenschnitte in Wasser, so dringt dasselbe durch die zarten Innenwände der Epidermis, sofern es dieselben direct berührt, rasch ein und bedingt hier eine Steigerung der Turgescenz, in Folge welcher die bis dahin noch unverändert gebliebenen Schliesszellen zusammengedrückt und die Stomata geschlossen werden. Es ist das die bereits erwähnte, schon von Mohl beobachtete Erscheinung, die aber für das Leben der Pflanze ohne alle Bedeutung

ist. Um nun diese rasche Endosmose zu verhüten, bringt man die Schnitte besser in Oel oder beobachtet dieselben trocken unter Deckglas. Sobald übrigens die grünen Zellen mit angeschnitten sind, bleibt das Präparat auch im Wasser eine Zeit lang unverändert.

Andererseits ist leicht zu constatiren, dass die Spaltöffnungen von Pflanzen, welche einige Zeit (beispielsweise 2—3 Stunden) im Dunkeln gestanden hatten, ausnahmslos geschlossen sind. Dieselbe Wirkung bringt auch eine plötzliche Abnahme der Beleuchtungsintensität hervor. So zeigte z. B. eine Pflanze, die längere Zeit am Fenster im directen Sonnenlicht vegetirt und hier ihre Stomata geöffnet hatte, dann aber in demselben Zimmer dem gewöhnlichen Tageslicht ausgesetzt wurde, schon nach einer halben Stunde geschlossene Spaltöffnungen. Übrigens lag es nicht in meiner Absicht, den Einfluss verschiedenartiger Lichtabstufungen näher zu untersuchen; es genügte mir, nur ganz im Allgemeinen zu wissen, dass das Licht die Stomata öffnet, die absolute oder auch nur relative Dunkelheit dagegen dieselben schliesst.

Ähnlich soll nach N. J. C. Müller auch die Wärme wirken; doch kann ich seine Angaben nach den wenigen, aber wie ich glaube entscheidenden Beobachtungen, die ich hierüber anstellte, nicht bestätigen. Bringt man eine Pflanze, deren Spaltöffnungen sich in einem dunkeln, wasserdunstgesättigten Raum bei 15—17° C. geschlossen hatten, in einen ähnlichen Raum von c. 27—30° C., so bleiben die Spaltöffnungen trotz der plötzlichen Temperaturerhöhung selbst nach stundenlanger Einwirkung geschlossen; ebenso bei einer Steigerung der Temperatur von 10° auf 20° C. Dasselbe Resultat lieferten auch untergetauchte Blätter, welche aus kaltem in wärmeres Wasser gebracht wurden. Ich folgere hieraus, dass die Wärme für sich allein innerhalb der gewöhnlichen Temperaturschwankungen ein Öffnen der Spalte nicht bewirkt. Dagegen bezweifle ich keineswegs, dass eine plötzliche Abkühlung auf Null den Turgor der Schliesszellen vermindert und somit die Centralspalte verengt, während umgekehrt das Eintauchen der so behandelten Blätter in warmes Wasser den Turgor wieder erhöht.

Es bleibt mir jetzt zum Schluss noch übrig, die Angaben früherer Autoren, soweit sie mit meiner Darstellung im Widerspruch stehen, kurz zu berühren. Was Mohl[1]) über den Mecha-

[1]) Bot. Zeitg. 1856.

nismus der Spaltöffnungszellen mitgetheilt hat, findet sich im V hergehenden im Wesentlichen bestätigt. Namentlich ist die W kung des Wassers und des Lichtes in durchaus übereinstimmend Weise dargestellt. In einem Punkte jedoch, und zwar gerade demjenigen, welcher die empirische Basis der oben mitgetheil Berechnungen bildet, bedürfen die Ergebnisse der Mohl'sch Beobachtungen einer kleinen Correctur. Mohl giebt nämlich dass auch bei *Amaryllis* die Schliesszellen beim Öffnen des Ap rates ihren Querdurchmesser verkleinern und folgert mit Re daraus, dass sie sich dafür in der zur Blattfläche senkrech Richtung erweitern; gemessen wurde diese Erweiterung nic Dagegen haben meine Beobachtungen stets ergeben, dass Schliesszellen beim Öffnen der Spalte zuerst breiter werden, sie vorher waren, und sich erst später wieder verschmälern; schliesslicher Querdurchmesser ist bei weit geöffneter Spalte gefähr dem ursprünglichen gleich. Von diesen entgegengeset Dimensionsänderungen der Schliesszellen ist die Breitenzunah wie schon oben angedeutet, im Hinblick auf den nahezu kreisf migen Querschnitt des Lumens eine natürliche Folge des steige den hydrostatischen Druckes; die später eintretende Verschmäl rung dagegen wird durch ähnliche Kräfte herbeigeführt, wie beim Biegen von Röhren zur Wirkung kommen, wenn der krei förmige Querschnitt derselben in einen elliptischen übergeht.

Ferner hat N. J. C. Müller in seiner wiederholt citirten A handlung zum Theil wesentlich abweichende Ergebnisse erhalt die mir zu einigen Bemerkungen Veranlassung geben. Nach Mü ler, der sich allerdings nicht immer sehr klar ausdrückt, ist d Öffnungsstellung die normale Stellung des Apparates und das G schlossensein desselben die Reizstellung. „Die gekrümmten cu cularisirten Membranplatten sind mit zwei federnden Spiralen vergleichen, welche durch Verbrauch von Kraft zusammengedrück sind.“ [1]) Man kann nun freilich über den Sinn dieser Stellen Zweifel sein; allein es wird p. 93 und 94 ausdrücklich gesag dass der Spalt sich bei Wasser- und Wärmezufuhr immer schliess würde, wenn nicht die freie Aussenfläche der Schliesszellmembra cuticularisirt wäre. Die einseitige Cuticula wäre also hiernach di Ursache oder doch jedenfalls eine der Ursachen der Öffnungsstel

[1]) Müller, l. c. p. 116.

ng (p. 94 oben). Das geht nun aber aus den Müller'schen Exrimenten keineswegs hervor; wir wissen überhaupt nicht, wie die ticula sich bezüglich ihrer Elasticitätsverhältnisse zur Cellulose hält, und die beobachteten Quellungserscheinungen bieten für sere Frage keinerlei Anhaltspunkte. Thatsache aber bleibt, dass in Rede stehenden Stomata nach Beseitigung des hydrostatihen Druckes durch Glycerin oder durch Tödtung der Zellen stets schlossen sind, ebenso nach Verletzung der Schliesszellen durch n Schnitt. Darin stimmen meine Beobachtungen mit den Mohl'hen vollkommen überein; sie zeigen zugleich klar, dass nicht der assergehalt der Wandung, sondern nur derjenige des Lumens n Ausschlag giebt. Das Öffnen der Spalte kann also nur durch nnung der Membranen — und zwar auch der nichtcuticularisirn — bedingt sein, und dass eine solche im geöffneten Zustande rklich vorhanden ist, lehren die beobachteten Formveränderun-n. Übrigens bemerke ich, dass sich Müller an andern Stellen ähnlichem Sinne ausspricht.

Wenn sodann der genannte Autor die Erscheinungen, welche s Schliessen des Apparates bedingen, als Reizerscheinungen beichnet, so ist dagegen zu erinnern, dass die beobachteten Thatchen diese Benennung kaum rechtfertigen. Denn die Veränderngen, welche das endosmotische Gleichgewicht stören, gehen ngsam vor sich und können deshalb, auch wenn der Primordialschlauch selbst daran Theil nimmt, den bekannten Reizerscheinunn bei *Mimosa* etc. nicht an die Seite gestellt werden; ich möchte e daher lieber als gewöhnliche Wirkungen der Wärme, des Lichs, der Verdunstung etc. bezeichnen, analog denen, welche auch andern parenchymatischen Zellen vorkommen. Eine scharfe renze lässt sich freilich nicht ziehen.

Was endlich das Verhalten der Stomata bei längerem Liegenssen von Blattabschnitten in Wasser betrifft, so beweisen die n Müller (l. c. p. 90) mitgetheilten Thatsachen nur, dass der begrenzte Wasservorrath die Turgescenz der Schliesszellen auf nen ungewöhnlichen Grad steigert, was Niemanden auffallen wird. agegen gehört der in seiner Fig. 10 dargestellte geschlossene Zuand nicht hierher, sondern zu den schon von Mohl beobachteten d richtig gedeuteten Erscheinungen, welche durch das raschere indringen des Wassers in die Epidermiszellen veranlasst werden. ass bei dem hierbei stattfindenden plötzlichen Drucke auf die

Rückenwand der Schliesszellen sich zuweilen eigenthümliche, sonst nicht vorkommende Formveränderungen vollziehen, bedarf nach dem oben Gesagten keiner Erläuterung.

Die Ansicht von Czech[1]), dass die Spaltöffnungen nicht dem Gasaustausch dienen, sondern den Zweck haben, dem Licht freien Eintritt in das Blattparenchym zu gewähren, bedarf keiner Widerlegung, ebensowenig die Vorstellung, dass die Epidermiszellen die Schliesszellen von einander ziehen und so die Centralspalte öffnen. Die weitere Angabe dieses Autors, dass die Stomata der Perigonblätter von *Hyacinthus*, *Scilla* etc. stets geschlossen seien, mag für die ältern Stadien richtig sein; für die noch jungen, chlorophyllführenden Blüthen ist sie es jedenfalls nicht. Hier ist das Offensein der Spaltöffnungen leicht zu constatiren[2]). Es schien mir nicht ganz unwichtig, auch für diesen Fall den Nachweis zu führen, dass die Pflanze normale (nicht etwa rudimentäre) Organe nur entwickelt, um Gebrauch davon zu machen.

Erklärung der Abbildungen.

Die Vergrösserung ist der Figurennummer in Parenthesen beigesetzt.

Fig. 1 (600). Querschnitt durch eine Spaltöffnung von *Prunus Laurocerasus*. Vgl. die Spaltöffnung eines ältern Blattes mit verstopfter Athemhöhle in Fig. 16, *a* und die zugehörige Längs- und Flächenansicht in Fig. 16, *b* u. *c*.

Fig. 2 (1000). Querschnitt durch eine Spaltöffnung eines noch jungen Phyllodiums von *Acacia leprosa*.

Fig. 3 (600). Querschnitt durch eine Spaltöffnung eines ältern Phyllodiums von *Acacia leprosa*. Die Lumina der Schliesszellen sind spaltenförmig verengt.

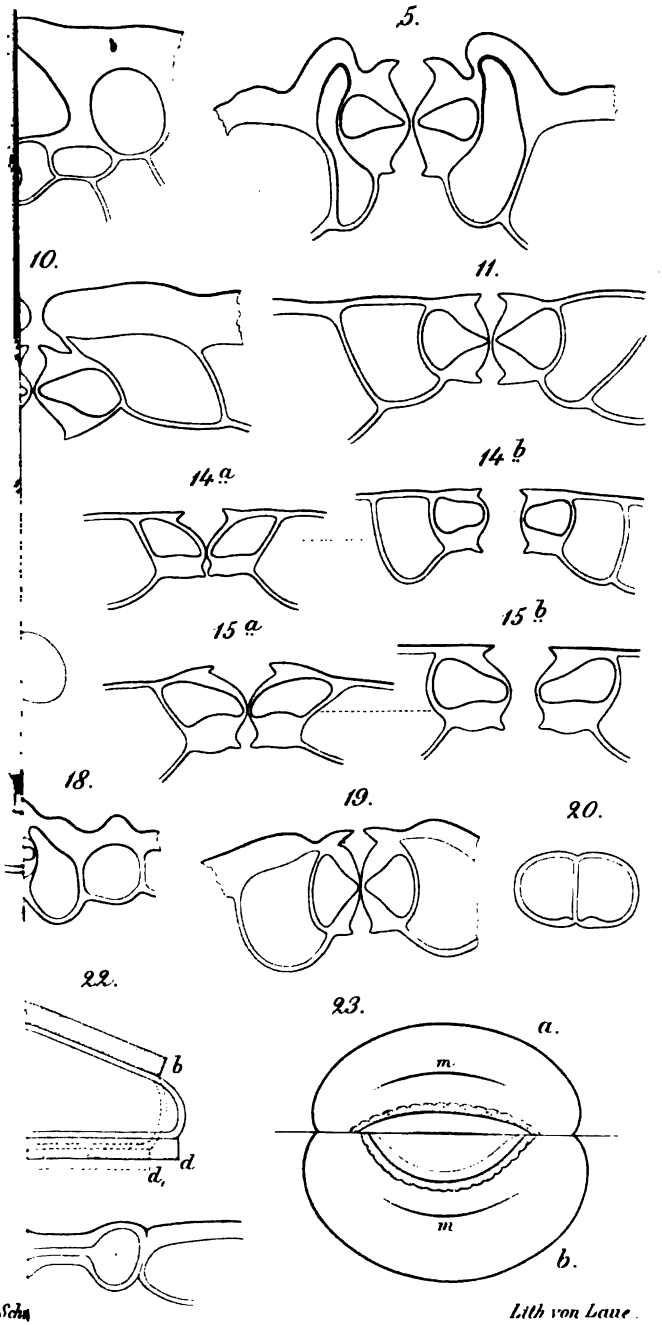
Fig. 4 (600). Querschnitt durch eine Spaltöffnung von *Hakea suaveolens*.

Fig. 5 (600). Spaltöffnung von *Fusonia hakeaeformis*.

---

[1]) Bot. Ztg. 1869, p. 801.

[2]) Weiss (Anat. d. Pflanzen, p. 398 Anmerkg.) fand, dass das Verhalten der Spaltöffnungen an nicht grünen Pflanzentheilen demjenigen an grünen Blättern völlig gleich sei.



Sch

Lith von Laue.

. 6 (600). Spaltöffnung von *Amaryllis formosissima*; *a* Querschnitt durch die Mitte, *b* halbe Flächenansicht; die punktirten Linien weisen auf die correspondirenden Punkte des Querschnittes hin.

. 7 (600). Spaltöffnung von *Amaryllis formosissima*. Querschnitt durch die Schliesszellen in der Nähe der Enden, wo dieselben anatomisch mit einander verbunden sind.

. 8 (900). Spaltöffnung von *Eriophorum alpinum* im Querschnitt.

. 9 (600). Spaltöffnung von *Canna indica* im Querschnitt.

. 10 (600). Spaltöffnung von *Allium Cepa*.

. 11 (600). Spaltöffnung von *Tradescantia discolor*.

. 12 (600). Spaltöffnung von *Pinus Laricio*; *ii* die nicht cuticularisirten Partieen der Rückenwände.

. 13 (350). Spaltöffnung von *Makrozamia cylindrica*; *ii* die dünnwandigen Partieen der Rückenwände.

. 14 (1000). Spaltöffnung von *Vinca rosea* im Querschnitt; *a* geschlossen, *b* offen.

. 15 (600). Spaltöffnung von *Helleborus spec.*; *a* geschlossen, *b* offen.

. 16 (600). Spaltöffnung eines ältern Blattes von *Prunus Laurocerasus*; *a* im Querschnitt, mit verstopfter Athemhöhle, *b* Längsschnitt, *c* Flächenansicht.

. 17 (800). Spaltöffnung eines Blattes von *Templetonia glauca*.

. 18 (600). Spaltöffnung eines ältern Blattes von *Calothamnus torulosus*.

. 19 (600). Spaltöffnung von der Randpartie eines Blattes von *Griffinia Blumenaviana*.

. 20 (500). Querschnitt durch die verwachsenen Enden der Schliesszellen. Die Verdickungsleisten bilden zwei kleine Anschwellungen zu beiden Seiten der Mittelwand. So bei vielen Mono- und Dicotylen.

ig. 21 (2000). Spaltöffnung von *Helleborus spec.*, nach Messungen an Querschnitts- und Flächenansichten construirt. Die ausgezogenen Linien bezeichnen den offenen, die punktirten den geschlossenen Zustand; aa_1 die unbeweglich gedachte Horizontale.

ig. 22 Apparat um den Übergang der unsymmetrischen Querschnittsform in die symmetrische zu veranschaulichen (vgl. den Text).

ig. 23 (420). Umrisse zweier Spaltöffnungshälften *a* und *b* im weit geöffneten und im geschlossenen Zustand, nach Prismazeichnungen der nämlichen Spaltöffnung in den beiden extremen Stadien; *mm* die Ansatzlinien der Epidermiszellen. Die den Vorhof begrenzenden Verdickungsleisten (es sind eigentlich nur ihre Cuticularbelege) sind schattirt. Längenverhältniss der Rückenwände in *a* und *b* = 100 : 120.

ig. 24 (600). Längsansicht einer Spaltöffnungszelle von *Zea Mays*.

21. Juli. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Helmholtz las: Weitere Studien über Polarisation des Platins.

---

21. Juli. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. v. Sybel las über Talleyrand's Politik gegen Deutschland.

Am 20. Juli starb

Hr. Theodor Bergk

in Bonn, correspondirendes Mitglied der philosophisch-historischen Klasse,

und am 21. Juli

Hr. Ferdinand Keller

in Zürich, correspondirendes Mitglied der philosophisch-historischen Klasse.

28. Juli. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Conze las:

Über die Zeit der Erbauung des grossen Altars zu Pergamon.

Der volle historische Werth eines Kunstwerks ist erst dann für uns zu gewinnen, wenn vor Allem Ort und Zeit seiner ursprünglichen Herstellung bestimmt sind. Für den grossen pergamenischen Altarbau war sein Standplatz Pergamon mit der Auffindung gegeben und ebenso durfte darüber von Anfang an kein Zweifel gelten, dass er in der pergamenischen Königszeit entstanden sei. Wir sind aber in der glücklichen Lage, und grade bei einem Werke, das uns zu einem Ecksteine für den Ausbau unserer Kenntniss der hellenistischen Kunst werden soll, doppelt glücklichen Lage, hierbei nicht stehen bleiben zu müssen.

Die Bestimmung nach Ort und Zeit genauer zu präcisiren setzen uns die Ergebnisse der zweiten, unter Hrn. Humanns Leitung jetzt eben zu Ende gehenden Ausgrabungscampagne in den Stand.

Der örtliche Zusammenhang, namentlich der besonders wichtige mit dem alten Heiligthume der Athena Polias, ist bereits in der am 7. Juli d. J. der Akademie überreichten Arbeit des Hrn. Bohn wenigstens kurz angedeutet.

Was eine genauere Zeitbestimmung anlangt, so glaubte ich schon in dem akademischen Vortrage am 29. Januar 1880 es als das Wahrscheinlichste bezeichnen zu dürfen, dass der Erbauer König Eumenes II (197—159 v. Chr.) gewesen sei. Wie dann ein wenig ausführlicher in dem vorläufigen Berichte über die Ausgrabungen zu Pergamon[1]) gesagt wurde, stützte sich diese Annahme auf die Vergleichung der Schriftformen der zu den Gigantomachiereliefs gehörigen Götter-, Giganten- und Künstlernamen mit den Zügen von Inschriften derjenigen beiden Könige, welche hauptsächlich bei der Zeitbestimmung in Frage kommen mussten, Attalos' I und seines Sohnes und Nachfolgers Eumenes' II. Es zeigte sich in der Bildung der Schriftzüge, die zu Denkmälern Attalos' I zu gehören schienen und die

[1]) Jahrbuch der k. preuss. Kunstsammlungen I, S. 198. SA S. 84.

wenigstens eine sichere Inschrift Eumenes' II aufwies, eine augenfällige Verschiedenheit. Die Schriftformen mussten während der Regierung dieser beiden Könige eine erhebliche Veränderung erfahren haben. Die Altarinschriften stimmten nun nicht mit den für attalisch zu haltenden Inschriften, wohl aber mit denen seines Nachfolgers und zwar so sehr überein, dass dieses Verhältniss bei der Frage nach der Erbauungszeit des Altars entscheidend in die Wagschale zu fallen schien.

Grade für diese Vergleichung der Schriftzüge am Altare mit den durch den Inhalt ihren Urhebern nach gesicherten Königsinschriften hat nunmehr die zweite Ausgrabungscampagne das Material ansehnlich vermehrt und, um es gleich vorweg zu sagen, die Zurückführung des Altarbaus auf König Eumenes II erscheint danach um so besser begründet.

Die Funde der ersten Campagne boten zur Vergleichung einerseits an Altarinschriften 16 Götternamen oder Reste von solchen, 9 mehr oder weniger erhaltene Gigantennamen und 3 Reste von Künstlerinschriften. Dazu hat die Ausgrabung jetzt 3 Reste von Götternamen, 4 von Künstlerinschriften und 6 ganze oder fragmentirte Gigantennamen hinzugeliefert. Da diese in der Form der Schriftzüge, so weit ich genau unterrichtet bin, durchaus mit den übrigen zahlreicheren Beischriften der Gigantomachie übereinstimmen, so kommen sie für unseren gegenwärtigen Zweck nicht als etwas Neues in Betracht.

Anders verhält es sich mit den ihrem Inhalte nach datirbaren Königsinschriften. Wir besassen aus der ersten Campagne zwei sichere Inschriften Eumenes' II [1]), davon die eine grösserer monumentaler Art (Vorl. Bericht. SA S. 84. Inv. I, n. 115), ferner die fünf Bruchstücke von Unterschriften, welche wir auf die bei Plin. nat. hist. XXXIV, 84 erwähnten Bronzegruppen bezogen (Vorl. Ber. SA. S. 80 ff. Inv. I, n. 96. 110. 100. 16. 151[a]). Die letzteren fünf Bruchstücke waren bis auf eine (Inv. I, n. 16) theils dem Inhalte nach (151[a]), theils um der den Eumenesinschriften gegenüber entschieden älteren Schriftformen willen dem Attalos I zuzuschreiben.

---

[1]) Die Inschrift Inv. I, n. 31 hätte im Vortrage SA S. 10 f. und im vorl. Bericht SA S. 78 nicht so ohne Weiteres Eumenes II zugeschrieben werden sollen; es liegt auf der Hand, dass sie ebensowohl einem seiner Nachfolger angehören kann.

Doch lag grade die inhaltlich ihm voll gesicherte mir bei Abfassung des Berichtes noch nicht in Facsimile vor. Dazu ist in der zweiten Campagne hinzugekommen zunächst eine sicher von Eumenes II herrührende Monumentalinschrift; sie gehört einem grösseren der Athena abermals mit Bezug auf den Krieg gegen Nabis von Sparta geweihten Denkmale an (Inv. II, n. 81. Taf. II, A). Am ansehnlichsten aber, wenn auch bei weitem noch nicht so, wie man wünschen möchte, sind die mit den von Plinius erwähnten Bronzegruppen in Verbindung gebrachten Unterschriften vermehrt, nämlich um 8 bis 14 Nummern. Ich lasse die Zahl unsicher, weil sich über die Zugehörigkeit einiger Fragmente einstweilen noch nicht urtheilen lässt, wie denn überhaupt vor vollerer Verwerthung dieser Inschriften-Gruppe die genauere tektonische Untersuchung der einzelnen Werkstücke abzuwarten ist. Nur so viel ist für unsern gegenwärtigen Zweck bereits sicher wahrzunehmen, dass die schon an den zugehörigen Fundstücken der ersten Campagne bemerkbare Verschiedenheit des Schriftcharakters deutlicher hervortritt: eine ältere Form und eine jüngere, letztere zu den als solchen feststehenden Eumenesinschriften passend. Die ältere Form zeigen 6 der neugefundenen Stücke (Inv. II, n. 3. 10. 66. 90. 91. 94); am reinsten ausgeprägt zeigt denselben die einzige vollständig erhaltene Inschrift dieser Gruppe, welche auf der Schmalseite des langen Postaments oder eines der langen Postamente (wenn es, wofür Hr. Bohn bereits Anzeichen gefunden zu haben glaubt, mehre gleichartige waren) steht (Inv. II, n. 94. Taf. I, A):

Βασιλεὺς Ἄτταλος τῶν κατὰ πόλεμον ἀγώνων χαριστήρια Ἀθηνᾷ.

Dass dieser König Attalos nur der erste des Namens, nicht etwa der zweite oder dritte sein kann, wird jetzt dadurch besonders unterstützt, dass als ein wesentlicher Zuwachs für unsere Kenntniss der pergamenischen Schriftformen in der Königszeit zwei Inschriften neu gefunden sind, welche sicher Attalos II angehören, und noch eine dritte, die ihm der höchsten Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls zuzuschreiben ist. Diese kommen zu der schon aus der ersten Campagne vorhandenen Aufschrift der Exedra Attalos' II (vorl. Bericht SA S. 95. Inv. I, n. 118) hinzu. Von den zwei sicheren ist die eine vollständig erhalten, die Aufschrift auf dem Postamente einer leider verlorenen Statue, welche der König seiner Mutter Apollonis setzte (Inv. II, n. 45 Taf. III, A):

Ἄτταλος βασίλισσαν Ἀπολλωνίδα
τὴμ μητέρα φιλοστοργίας ἕνεκα
τῆς πρὸς αὐτόν.

Die zweite rührt von einem grossen Monumente her, an dem sie in einer einzigen Zeile über eine ganze Reihe von Marmorblöcken hinlief (Inv. II, n. 57. 57[a]. 57[b]. 58. 74. 105 g). Dazu gehören zwei Fundstücke der ersten Campagne: vorl. Ber. SA S. 78. Inv. I, n. 95. 26, letztere Nummer = Inv. II, n. 57[a]):

Βα]σιλεὺς Ἄ[ττα]λος] βασιλέως Ἀ[ττάλου χαριστή]ριον τῶν
κα[τὰ] πόλεμον ἀγ[ώνων Διὶ κ]αὶ Ἀ[θ]ηνᾷ νικηφόρῳ.

Beide Inschriften, so wie die der Exedra, zeigen den fortgesetzten Gebrauch der unter Eumenes II üblichen Schriftformen. Dagegen lässt diejenige Inschrift (Inv. II, n. 37. Taf. III, B), welche ich nur mit Wahrscheinlichkeit lieber Attalos II als dem dritten dieses Namens zutheilen möchte, in dem Zuge des P eine leise beginnende Verschnörkelung erkennen. Der in ihr genannte Attalos heisst, so weit das Bruchstück reicht, Sohn eines Königs; also ist es nicht Attalos I. Sie bezieht sich auf einen gemeinsam oder in Einvernehmen mit den Römern geführten Krieg, welchen, weiss ich einstweilen nicht nachzuweisen.

Den Schriftformen dieser drei oder vier Inschriften Attalos' II, so wie denen der drei Inschriften Eumenes II gegenüber erscheint, um darauf zurückzukommen, die weit alterthümlichere Gesammtform der neuen oben mitgetheilten Attalosinschrift (Inv. II, n. 94) nur unter Attalos I, nicht unter dem zweiten oder gar dritten möglich.

Gegenwärtig liegt aber auch die grössere inhaltlich ihm gesicherte Inschrift Attalos' I (Vorl. Ber. SA S. 83. Inv. I, n. 151[a]) in ihrer graphischen Gestalt, so wie ich sie am Originale prüfen konnte, in Facsimile vor (Taf. I, B). Ich will beiläufig erwähnen, dass auch das bisher rechts fehlende Stück hinzugefunden ist, und dass die volle Fassung mit Hinzunahme des von Peyssonel einst abgeschriebenen Theiles nunmehr lautet:

Βασιλ	έα Ἀτταλου
Ἐπιγέν[η]ς καὶ οἱ	ἡγεμόνες καὶ στρατ[ι]ῶται (nicht στρατηγοὶ)
οἱ συναγονισταὶ	μενοι τὰς πρὸς τοὺς Γαλάτας
καὶ Ἀντίοχ	ον μάχας χαρισ[τ]ήρια
ἔστ[ησαν]	Διὶ Ἀθηνᾷ.
Ἰσι oder Ἀντι]	γόνου ἔργα.

Die Schriftform dieser Inschrift Attalos' I ist dadurch für unsere gegenwärtige Betrachtung besonders merkwürdig, dass sie im Übergange von dem älteren, sonst, so viel wir bis jetzt sehen, unter Attalos I üblichen Charakter (am reinsten repräsentirt durch Inv. Inv. II, n. 94) zu dem Schriftcharakter unter Eumenes II, welcher sich unter Attalos II erhielt, begriffen ist.

Da Argumentationen, wie sie hier vorgebracht werden, um irgendwie zu überzeugen, durchaus mit Augen gesehen sein wollen, so sind die Hauptvergleichungsstücke auf den beigefügten Tafeln im Facsimile, nach Papierabklatschen angefertigt, neben einandergestellt. Später werden die Originale im K. Museum zur Nachprüfung geboten sein. Es sind zwei Inschriften Attalos' I (Taf. I), zwei Eumenes' II (Taf. II) und zwei Attalos' II (Taf. III), wenn man für die zweite den Gedanken an Attalos' III mit Wahrscheinlichkeit glaubt aufgeben zu dürfen.

Mit der Inschrift Attalos' I (Taf. I, A) stimmen zehn durch gleiche tektonische Form der Postamentwerkstücke, auf denen sie alle stehen, mit ihr verbundene Unterschriften der Bronzegruppen überein: Inv. I, n. 96. 110. 100. 16. II, 3. 10. 66. 90. 91. 94, sämmtlich auf den Standplatten befindlich.

Die Inschrift Attalos' I (Taf, I, B) steht in ihrem Übergangscharakter der Schrift allein.

Mit den zwei auf den Krieg gegen Nabis bezüglichen Inschriften Eumenes' II (Taf. II, A u. B)[1]) stimmt zunächst Vorl. Ber. S.84, Inv. I, 59, ein auf denselben Krieg bezügliches Fragment, stimmen ferner aber von den Inschriften der Bronzegruppenpostamente fünf überein und zwar merkwürdiger Weise nur 5 Künstlerinschriften auf den Deckplatten. Der Einfluss, welchen diese schon oben S. 872 erwähnte Verschiedenheit der Schrift auf den Deckplatten und der auf den Standplatten auf die Beurtheilung dieser ganzen Gruppe von Inschriften haben kann, soll hier unerörtert bleiben.

Mit der einen sicheren Inschrift Attalos' II (Taf. III, A) stimmen ihrem graphischen Charakter nach die schon oben erwähnten zwei Inschriften desselben Königs, die Exedrainschrift und die lange Weihinschriftzeile überein.

---

[1]) Im Facsimile musste von der Inschrift A des Raumes wegen etwa ein Drittel der erhaltenen Länge mit einigen für unsern Zweck gleichgültigen Buchstaben in Zeile 2 und 3 zu Anfang weggelassen werden.

Auf ihren Gesammtcharakter angesehen zeigt die Schrift unter Attalos I eine gewisse durch Wechsel piquante Zierlichkeit während unter Eumenes II alle Buchstaben mehr ins Quadrat gesetzt werden und die ganze Schrift damit einen grossen ruhigen Zug annimmt. Man kann glauben, dass diese, übrigens dem allgemeinen Gange der Veränderungen griechischer Schriftform entsprechende Umbildung im Zusammenhange stand mit der unter diesem Könige häufigeren Verwendung für grosse monumentale Zwecke, wobei die zierlichen Ungleichheiten der älteren Weise anstössig werden mochten.

Wenn man mit diesen so weit vorliegenden Schriften der auf einander folgenden Könige die Inschriften vom Altarbau, die Götter-, Giganten- und Künstlernamen, zusammenhält, wie sie auf Taf. II, C-H im Facsimile in einer mit Rücksicht auf Vorkommen der verschiedenen Buchstaben getroffenen Auswahl beigefügt sind, so ist es unverkennbar, dass ihre Schriftform mit der unter Eumenes II bezeugten, keineswegs aber mit der älteren Schrift Attalos' I übereinstimmen. Und der Charakter der Altarinschriften ist ein durchweg gleichartiger, zeigt keinerlei Mischung der Buchstabenformen, wie die Inschrift Attalos' I B, auch noch keinerlei Ansatz zum Schnörkel, wie die Inschrift Attalos' II B.

Bei den angestellten Vergleichungen habe ich mich auf die aus Pergamon selbst stammenden Inschriften beschränkt und das muss geschehen; denn dass auswärtige, wenn gleich auf Anordnung pergamenischer Herrscher verfasste Inschriften graphisch anderm lokalen Brauche folgen werden, ist wahrscheinlich, und geht schon aus dem einen Beispiele der Weihinschrift der Stoa Attalos' II in Athen hervor. Diese zeigt, wie ich mich am Originale überzeugt habe, die schrägschenklige Form des Sigma, welche an den uns bekannten Beispielen von Monumentalinschriften zu Pergamon selbst bereits unter Eumenes II von der parallelschenkligen Form verdrängt ist.

Ich habe eben gesagt: Monumentalinschriften; denn das ist eine weitere Beschränkung in der getroffenen Auswahl des Materials, dass ich vorläufig nur solche als maassgebend angesehen habe. Dass kleiner und gedrängter geschriebene Texte einigermaassen abweichender Norm folgen können, begreift man. Noch kürzlich machte ein Kenner lateinischer Schrift auf dieselbe dort

wahrzunehmende Verschiedenheit des Typus der Monumentalschrift und der übrigen Inscriptionen aufmerksam.[1])

Von kleinen, ihrem Inhalte nach einstweilen überhaupt keinem bestimmten Könige zuweisbaren Fragmenten abgesehen, finde ich in den aus beiden Ausgrabungscampagnen stammenden Inschriften zwei solche nicht monumentale Schriftstücke, welche einige Abweichung von der aus den Monumentalinschriften gewonnenen Norm zeigen.

Das eine ist der vierzeilige Anfang eines Briefes König Eumenes' II an die Bule und den Demos der Temniten (Inv. II, 29). Die Schrift hält noch an dem kleinen O fest, während die Form des Sigma schon die parallelschenklige wie in den übrigen Eumenesinschriften ist.

Auffallender ist die Alterthümlichkeit sowohl in der Form des kleinen O, als auch in der des schrägschenkligen Σ in einem Erlasse Attalos' II an seinen Vetter Athenaios (Inv. II, 68). Die Zuschreibung ist sicher, da Attalos in dem Schriftstücke seinen σύντροφος Σώσανδρος nennt, der als solcher auch bei Polyb. 32, 25 und in der Inschrift bei Mordtmann in Sitzungber. der Ak. zu München 1860, S. 186 vorkommt. Die Erscheinung dieser Schriftformen unter Attalos II ist auffallend genug um immerhin zur Vorsicht bei unsern Versuchen der Zeitbestimmung nach der Schrift zu rathen. Ich gebe einen Ausschnitt des Textes im Facsimile auf Taf. IV. Diesem gegenüber wird man aber doch den Eindruck gewinnen, dass trotz der älteren Einzelformen der Gesammtcharakter der Schrift nicht mit dem der Inschriften Attalos' I, soweit diese selbst als solche gesichert sind (denn der Aufmerksame wird sehen, dass wir hier nahe an einem Cirkelbeweise herstreifen), verwechselt werden kann. Man kann an Einzelheiten anführen, dass namentlich das Π und das N von ihnen abweichen und jüngerer Form sind.

So weit also bis jetzt das inschriftliche Material, durch die zweite Ausgrabungscampagne reichlich vermehrt, vorliegt, erscheint die Zurückführung des Altarbaus mittelst der Schriftvergleichung auf Eumenes II gesteigert wahrscheinlich.

Dass Eumenes II überhaupt ein besonders grosser Bauherr in seiner Residenz war, konnte bisher nur mit dem summarischen

[1]) Dressel in Comment. philologae in hon. Th. Mommseni p. 386.

Satze des Strabo XIII, 623 belegt werden. Inzwischen ist ein neues merkwürdiges Zeugniss für die wenigstens in derselben Richtung sich bewegende Thätigkeit des Königs durch die französischen Ausgrabungen zu Delphi ans Licht gefördert worden, ein Dekret der Aitoler für Eumenes II. Hierbei hat bereits der Herausgeber im Bull. de corr. hell. VI, juin, 1881 S. 372 ff. sich des Altarbaus erinnert.

Das Dekret zeigt besonders anschaulich die Umstände, unter denen wir die Erbauung des Prachtwerks, wenn sie unter Eumenes II erfolgte, zu denken haben. Eumenes hat, wie es ausdrücklich heisst, nach seinen Kriegserfolgen, nach der Vergrösserung und Befestigung seiner Herrschaft, neue Agonen und Opfer der Athena Nikephoros eingesetzt oder doch die alten glänzend erneut. Er hat das Temenos der Athena vor Pergamon, wohl zu unterscheiden von dem alten Heiligthume auf der Burg, zum Asyl erklärt. Hierfür erbittet und erhält er die Anerkennung der Aitoler, zu denen er deshalb drei Gesandte geschickt hat. Eumenes erscheint auf der Höhe seiner Macht in vollem Bemühen Denkmale seines Glücks zu stiften. Seine Machtstellung verdankte der König vor Allem seiner Verbindung mit den Römern, welche nach der Schlacht von Magnesia die Grenzen seines Reiches bis an den Taurus vorrückten. Es würde etwas Tragisches haben, wenn dermassen grade unter der trügerischen Gunst, welche durch Vergrösserung des pergamenischen Reiches den Untergang der hellenischen Selbständigkeit auch in Kleinasien vorbereitete, griechischer Idealismus sich noch ein Mal zu der Schöpfung eines Werkes erhoben hätte, wie der Altarbau mit seiner Riesendarstellung der Gigantenschlacht.

Hr. Helmholtz legte hierauf folgende Arbeit des Hrn. E. Goldstein vor:

Über den Zusammenhang zwischen Gasdichte und Schichtintervall in Geifsler'schen Röhren.

Die Längensumme einer Reihe von unmittelbar aufeinanderfolgenden Schichten des positiven Lichts, deren erste die dem negativen Ende der Röhre zunächstliegende ist, dividirt durch die Anzahl der Schichten heisse das mittlere Schichtintervall. Die nachfolgenden Angaben über diese Grösse sind abstrahirt aus Versuchen mit trockener Luft, Wasserstoff und Gemengen beider, un-

ter solchen Entladungsbedingungen, dass die Schichten nicht die hin und her vibrirenden, bestimmtern Messungen sich entziehenden Tellerformen zeigen, sondern in den sogen. wolkigen Formen auftreten, welche zu bedeutend grösserer Stabilität zu bringen sind. Gegenüber der allgemein geltenden Anschauung, dass diese Wolken Entartungen und Störungen der eigentlichen Schichtbildung repräsentiren, habe ich schon kürzlich darauf aufmerksam gemacht (Wied. Ann. XII, 272), dass sie vielmehr erst die volle Entwickelung dieses Phänomens darstellen. Die wolkigen, dicken Schichten stehen zu den dünnen Tellerschichten genau in dem Verhältniss, wie ein langstrahliges Büschel Kathodenlicht zu dem anfangs die Kathode bekleidenden dünnen Häutchen, aus dem mit abnehmender Gasdichte die langgestreckten Strahlen sich entwickeln. Für eine anschauliche Vorstellung wünschte ich ferner noch als bekannt voraussetzen zu dürfen, dass in Cylinderröhren die Schichtintervalle mit wachsender Röhrenweite zunehmen[1]), so zwar, dass in mit Luft gefüllten Röhren die Intervalle der einzelnen Schichten bei deutlichster Ausbildung der letztern ungefähr dem Röhrendurchmesser gleich sind.[2])

Bestimmt man nun für verschieden weite Cylinderröhren, welche in denselben Stromkreis eingeschaltet sind, aus gleich viel Schichten das mittlere Schicht-Intervall $J, J', J'', \ldots$ für zwei beliebige Gasdrucke d und δ, so ist jedesmal

$$\frac{J_d}{J_\delta} = \frac{J'_d}{J'_\delta} = \frac{J''_d}{J''_\delta} \ldots\ldots$$

in Worten: Für Cylinderröhren von verschiedener Weite ändert sich das mittlere Schichtintervall zwischen denselben Gasdrucken stets im selben Verhältniss. Ist also z. B. in einer der Röhren das Schichtintervall durch die Gasverdünnung auf das Doppelte oder Dreifache seines erstgemessenen Werthes gestiegen, so haben sich auch in allen andern Röhren die Schichtintervalle verdoppelt bez. verdreifacht.

Die Röhrendurchmesser variirten in meinen Versuchen zwischen 2^{mm} und 4^{cm}. Die angeführte Regelmässigkeit trat hervor, unabhängig davon, ob die verschiedenen Cylinder gesonderte Gefässe mit je 2 Metallelektroden bildeten, oder ob sie zu einer ein-

[1]) Goldstein, Monatsber. der Akad. 1876, 294.

[2]) Goldstein, Wied. Ann. XII, 272.

zigen Röhre vereinigt hintereinander in den Strom eingeschaltet waren.

Das Gesetz erweist sich ferner gültig, gleichviel ob man das mittlere Intervall aus einer grossen oder aus einer kleinen, für die verschiedenen Röhren aber gleichen Anzahl Schichten ableitet, obwohl sein absoluter Werth dabei sich ändert. Daraus lässt sich schliessen, dass auch die einzelnen Schichtintervalle nach dem erwähnten Gesetze wachsen.

Der Werth des mittlern Intervalls erweist sich in jeder Röhre mit grosser Regelmässigkeit um so kleiner, aus einer je grössern Zahl von Schichten es abgeleitet wird. Jedoch erreicht die Amplitude der Schwankung multiplicirt mit der grössten Anzahl der benutzten Schichten niemals den Werth des kleinsten der einzelnen Schichtintervalle. Somit folgt aus dem obigen Gesetz:

Wenn man bei einer Röhre die Grösse des mittlern Schichtintervalls für eine Reihe von Gasdichten $D_1, D_2, \ldots D_n$ kennt, und für eine Anzahl anderer Röhren je einen Werth des mittlern Intervalls, welcher irgend einer dieser Dichten entspricht, so kann man die Anzahl der Schichten berechnen, welche diese Röhren bei allen Dichten D_1 bis D_n zeigen können.

Die Proportion $\frac{Jd}{J\delta} = \frac{J'_d}{J'_\delta}$ lässt schliessen, dass die Function, nach welcher das mittlere Schichtintervall mit der Gasdichte sich ändert, für Röhren von verschiedener Weite dieselbe ist.

Aus Versuchen zur Ermittelung dieser Function ergab sich folgendes Resultat:

Wenn die Gasverdünnungen in einer geometrischen Reihe zunehmen, so wachsen die Schichtintervalle sehr nahe auch in einer geometrischen Reihe. Die Exponenten beider Reihen sind aber nicht identisch; d. h. es sind nicht, wie von anderer Seite einmal behauptet wurde, die Schichtintervalle umgekehrt proportional dem Gasdruck. Vielmehr ergeben die Messungen, dass die Intervalle viel langsamer wachsen als die Verdünnungen; angenähert im Verhältniss von $\frac{1}{3}$, wenn die Verdünnung die dreifache wird. Bestimmtere Angaben möchte ich bis zu einer möglichst genauen Feststellung der Exponenten verschieben, welche ich gegenwärtig an einer Toepler'schen Pumpe in der von Hagen[1]) beschriebenen Form versuche.

[1]) Hagen, Wied. Ann. XII, 425.

S. Majestät der Kaiser und König hat durch Allerhöchsten
ss vom 15. August die von der Akademie am 28. Juli vollzo-
n Wahlen zu bestätigen geruht, durch welche die Herren

Dr. Adolf Tobler, Professor der romanischen Sprachen an der Berliner Universität,

Dr. Wilhelm Wattenbach, Professor der Geschichte an der Berliner Universität,

Dr. Hermann Diels, Oberlehrer am Königstädtischen Gymnasium zu Berlin

ordentlichen Mitgliedern der philosophisch-historischen Klasse,

Prof. Dr. Hans Landolt, Geheimer Regierungsrath in Berlin

ı ordentlichen Mitgliede der physikalisch-mathematischen Klasse
ählt worden sind.

Zur Feier des fünfzigjährigen Doctor-Jubiläums des Hrn. Johann Gustav Droysen am 31. August 1881 überreichte die Akademie folgende Adresse:

Wenigen ist vergönnt, am fünfzigsten Jahrestage der Erlangung des Doctorgrades auf ein so reiches Leben und Schaffen zurückzublicken wie heute Ihnen.

Der Aufschwung unserer historischen Wissenschaften, denen Ihre Arbeiten zu Gute gekommen sind, liegt nahezu in dem Bereiche dieses halben Jahrhunderts. Eben hatte Niebuhr die Behandlung der Geschichte der todten Gelehrsamkeit und ästhetisirender Schönfärbung entzogen, eben den freien Blick für Staats- und Volksleben, die scharfe Sichtung der Überlieferung an die Pforte der historischen Forschung gestellt, als Ihre Thätigkeit begann. Waren Sie, nach Art und Anlage von empfänglichster Auffassung, von lebhafter Empfindung für Eigenart und Charaktere, von sicherem Gefühl für die Musculatur des Staatslebens, vornehmlich darauf gerichtet, den idealen Gehalt der Vergangenheit durch historische Darstellung zur Geltung zu bringen, so haben Sie doch die Aufgaben der Kritik, die Untersuchung der Grundlagen mit nicht minderem Eifer und Erfolg gepflegt.

Die grossen Tendenzen, welche unsere Literatur seit dem Ausgang des vorigen Jahrhunderts beherrschen: die Erneuerung des classischen Alterthums und unseres vaterländischen Erbes in deren genuinem Sinne zu gegenwärtigem Besitz, haben auch Ihren Werken den Antrieb gegeben. Von den Schöpfungen des hellenischen Geistes ergriffen, haben Sie Sich frühzeitig den mächtigsten derselben zugewendet. Sie haben die tiefsinnigen Dramen des Aeschylos, des Aristophanes kecke Bilder des sich zersetzenden attischen Lebens in verständnissvoller Nachbildung dem deutschen Volke zugänglich zu machen gewusst. Sie zuerst erkannten, dass die Kraft der hellenischen Freistaaten im Kampfe um die Bildung einer Staatsmacht zu Grunde gegangen ist; Sie wendeten Sich der Erhebung jener Monarchie zu, welche an die Stelle Athens trat, und den Thaten des Mannes, der Hellas zum Herrn des Orients machte. Die damals eben erschlossene Kunde der Gebiete Innerasiens verstanden Sie für die Feststellung der Züge Alexanders zu verwerthen. Der dürftigsten Überlieferungen über die Staatbildungen, welche aus der Verschmelzung des abendländischen und

des morgenländischen Wesens erwuchsen, vermochten Sie Erkenntniss der Bedingungen ihres Rechts und ihres Bestehens abzugewinnen. Diese wie jene Arbeiten Ihrer Jugend in voller Reife des Alters zu erneuern und auszugestalten, ist Ihnen zu grossem Nutzen der Wissenschaft vergönnt gewesen.

Der vollere Antheil Ihres Herzens, das weitere Feld Ihrer Forschung gehörte den Geschicken des deutschen Volkes. Ihre Betrachtungen über die Freiheitskriege haben die Quellen der mächtigen Bewegung klar gelegt, von welcher die Völker damals ergriffen wurden, und das Ziel deutlich gezeigt, dem das deutsche Volk zuzustreben hätte. Sie verstanden vor Anderen die Bedeutung der nationalen Machtfrage. Sie suchten und wussten den Punkt zu finden, von dem deren Lösung ausgehen könne. Indem Sie den Kern für die Machtbildung Deutschlands in dem festen Gefüge des norddeutschen Staates zu erkennen glaubten, hielten Sie Preussen zugleich in dem „Leben York's" ein Spiegelbild der Gesinnung und Art vor, in dem seine Kraft beschlossen liege; ein Spiegelbild, das in Forschung und Ausführung Muster biographischer Darstellung bleiben wird. Danach unternahmen Sie, den gesammten Process dieser Staatsbildung aus den Urkunden zu erforschen und von den Standorten ihrer Schöpfer aus zur Anschauung zu bringen. Von den Gründungen der Marken an der Elbe und der Oder beginnend sind Sie dem Emporwachsen Preussens mit nimmer müdem Auge durch die öden Verwickelungen der Reichstagspolitik, die Ihnen wesentliche Aufklärungen verdankt, durch die Wirren der Religionskämpfe zu seiner Neugründung gefolgt. Die umfassende Thätigkeit des grossen Kurfürsten haben Sie zuerst nach allen Seiten in's Licht gestellt, die Gestalt König Friedrich Wilhelm's I. haben Sie aus den Nebeln der Überlieferung gelöst, das helle Auge König Friedrich's II. haben Sie durch das Dunkel steter Wetterwolken siegreich hindurch leuchten lassen. Ihre grosse Arbeit bleibt die Grundlage aller weiteren Forschungen auf diesem Gebiete.

Wie Ihre Darstellungen aus der Geschichte des Alterthums, haben Sie die Geschichte der preussischen Politik mit eindringenden Untersuchungen begleitet, durch welche traditionelle Fabeln beseitigt, lange schwebende Probleme, wie die Frage vom Testament des grossen Kurfürsten, von der Entstehung der Memoiren der Markgräfin von Baireuth, zu endgültiger Lösung gebracht sind.

Still und geschlossen, nur um die Sache besorgt, sind Sie Ihres Weges gegangen. Kaum war Ihre Darstellung des grossen Kurfürsten vollendet, als Sie die Publication der Urkunden und Aktenstücke seiner Regierung veranlassten; noch mit der Geschichte König Friedrich's II. beschäftigt, haben Sie mit lebhaftestem Eifer auf die Herausgabe seiner Staatsschriften gedrungen, auf die Publication seiner Correspondenz hingewirkt und Sich an deren Edition betheiligt.

Ihre Schriften erschöpfen die reiche Wirksamkeit nicht, auf die wir heute zurückblicken. Welche Anregung und Förderung hat Ihre von nie ermattendem Feuer beseelte Lehrthätigkeit Hunderten Ihrer Gymnasialschüler, Tausenden Ihrer Zuhörer zu Theil werden lassen, und wie dankbar blicken die jungen Historiker, die aus Ihrem Seminar hervorgegangen sind, auf die Wegweisung, die sie bei Ihnen erfuhren. Nicht allein durch Ihre Schriften und Ihre Lehren haben Sie gewirkt, auch durch Ihr Leben. In Ihrer Selbstvergessenheit, in der Schlichheit und Consequenz Ihrer Lebensführung, in Ihrer gewissenhaften Pflichterfüllung sind Sie Vielen Vorbild jenes Geistes und jener Gesinnung geworden, denen Sie in Ihren Werken so schöne Denkmale gesetzt haben.

Möchte Ihnen beschieden sein, die grosse Aufgabe, die Sie Sich gestellt, in rüstiger Kraft weiterzuführen, der Akademie zu unserer Freude und unserem Stolze noch lange anzugehören.

erzeichniss der im Monat Juli und August 1881 eingegangenen Schriften.

---

poldina. *Amtliches Organ der K. Leopoldinisch-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher.* Heft XVII. N. 11. 12. 13. 14. 15. 16. Halle a. S. 1881. 4.

va *Acta Academiae Caes. Leop. Carol. German. Naturae Curiosorum.* T. XLI. P. I. II. Halis Sax. 1879. 4.

ungsberichte der philos., philolog. und histor. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. Jahrg. 1881. Heft II. III. München 1881. 8.

handlungen der K. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Bd. XXVII vom Jahre 1881. Göttingen 1881. 4.

richte über die Verhandlungen der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. Math.-physische Classe. 1880. I. II. Philologisch-historische Classe. 1880. I. II. Leipzig 1880. 1881. 8.

handlungen der math.-phys. Classe der K. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig:

XII. IIa. Scheibner, Supplement.

XII. V. Neumann, Coordinaten.

XII. VI. Neumann, Vertheilung.

der philol.-histor. Klasse:

VIII. II. Springer, Psalter-Illustrationen.

VIII. III. Voigt, das Vadimonium.

Leipzig 1880. 1881. 8.

itschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXIII. Heft 1. Berlin 1881. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 12. 14. Berlin 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein. Jahrg. II. 1881. Heft 7. 8. Berlin 1881. 8.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Jahrg. 16. Heft 2. Leipzig 1881. 8.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. XXIX. Heft 3. & Atlas-Band XXIX. Taf. XI—XXI. Berlin 1881. 4. & fol.

Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. X. (1881) Heft 4. Berlin 1881. 8.

Preussische Statistik. Herausgegeben vom K. Statistischen Büreau in Berlin. Heft 49. 50. Berlin 1881. 4.

Zeitschrift des K. Preussischen Statistischen Büreaus. Jahrg. XXI. 1881. Heft I. II. Berlin 1881. 4.

Statistik der Preussischen Schwurgerichte für das Jahr 1880. Berlin 1881. 4.

Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. 35. Heft 2. 3. Leipzig 1881. 8.

Katalog der Bibliothek der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. II. Handschriften etc. Leipzig 1881. 8.

Neues Archiv der Gesellschaft für ältere deutsche Geschichtskunde. Bd. VII. Heft 1. Hannover 1881. 8.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande und Westfalens. Jahrg. XXXVII. Hälfte 1. 2. Jahrg. XXXVIII. Hälfte 1 und Suppl. Bonn 1881. 8.

Neues Lausitzisches Magazin. Bd. 57. Heft 1. Görlitz 1881. 8.

Jahresbericht des physikalischen Vereins zu Frankfurt am Main für das Rechnungsjahr 1879—1880. Frankfurt a. M. 1881. 8.

Verhandlungen des historischen Vereines von Oberpfalz und Regensburg. Bd. 35. Stadtamhof 1880. 8.

Dritter Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Metz für 1880. Metz 1881. 8.

Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Heft 24. Juli 1881. Berlin-Yokohama 1881. 4.

Monumenta Germaniae historica. Poetarum Latinorum medii aevi T. I. P. 2. Berolini 1881. 4.

Mittheilungen des Deutschen Archäologischen Institutes in Athen. Jahrg. VI. Heft 2. Athen 1881. 8.

Publicationen des K. Preuss. Geodätischen Instituts:

Astronomisch-Geodätische Arbeiten in den Jahren 1879 und 1880. Berlin 1881. 4.

W. Seibt, *das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde.* Berlin 1881. 4.

A. Westphal, *die Ausdehnungscoëfficienten der Küstenvermessung.* Berlin 1881. 4.

Führer durch die Königlichen Museen. 2. Aufl. Berlin 1881. 8.

C. A. Müller, *Geschichte des Friedrichs-Werderschen Gymnasiums zu Berlin.* Berlin 1881. 8.

Festschrift zu der zweiten Säcularfeier des Friedrichs-Werderschen Gymnasiums zu Berlin. Berlin 1881. 8.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrg. 1881. Heft 1 & Einleitungsheft zum Jahrg. 1881. Berlin 1881. 4.

**Zoologischer Jahresbericht für 1879. Herausgegeben von der Zoologischen Station zu Neapel.* Hälfte 1. 2. Leipzig 1880. 8.

Die Arabischen Handschriften der Herzoglichen Bibliothek zu Gotha, verzeichnet von Dr. W. Pertsch. Bd. III. Heft 2. Gotha 1881. 8.

E. Heine, *Anwendungen der Kugelfunctionen und der verwandten Functionen.* 2. Aufl. Berlin 1881. 8.

F. Goppelsdorfer, *premiers résultats des études sur la formation des matières colorantes par voie électro-chimique.* Mulhouse 1881. 8.

v. Christ, *Gedächtnissrede auf Leonhard von Spengel.* München 1881. 4.

H. Scheffler, *die Naturgesetze.* Th. IV. Lief. 9 & letzte. Leipzig 1881. 8.

Hirschfeld, *Orphelia. Ein poetisches Lebensbild von Shakespeare, zum ersten Male im Lichte ärztlicher Wissenschaft.* Danzig & Leipzig 1881. 8.

Freytag, *Bad Oeynhausen (Rehme) in Westfalen.* Minden 1880. 8.

Sitzungsberichte der mathemat.-naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1881. N. XIV. XVIII. 8.

Mittheilungen der K. K. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. Neue Folge. Bd. VII. Heft 2. 3. Wien 1881. 4.

Öffentliche Vorlesungen an der K. K. Universität zu Wien im Winter-Semester 1881/82. Wien 1881. 8.

Bericht über den ersten österreichischen Ingenieur- und Architekten-Tag, abgehalten in Wien am 9. und 11. October 1880. Wien 1881. 8.

39ster Bericht über das Museum Francisco-Carolinum. Linz 1881. 8.

Zeitschrift des Ferdinandeums für Tirol und Vorarlberg. Heft 25. Innsbruck 1881. 8.

Berichte des naturwissenschaftlich-medizinischen Vereines in Innsbruck. Jahrg. XI. 1880/81. Innsbruck 1881. 8.

Mittheilungen des historischen Vereines für Steiermark. Heft XXIX. Graz 1881. 8.

Programm des evang. Gymnasiums A. B. in Schässburg uud der damit verbundenen Lehr-Anstalten. Zum Schluss des Schuljahres 1880—81. Schässburg 1881. 4.

Erdélyi Muzeum. 7. sz. VIII. évtolyam. Pest 1881. 8.

Rad Jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti. Knjiga LVI. LVII. Zagrebu 1881. 8.

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. For the year 1880/1881. Vol. 171. P. II. III. & the Royal Society, 30 Nov. 1880. Vol. 172. P. I. London 1880. 1881. 4.

Proceedings of the Royal Society. Vol. XXXI. N. 206—211. Vol. XXXII. N. 212—213. London 1881. 8.

Journal of the Chemical Society. N. CCXXIV. CCXXV. London 1881. 8.

List of the Officers and Fellows of the Chemical Society. London 1881. 8.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. I. P. 4. London 1881. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. III. N. 7. 8. 9. July Aug. 1881. London. 8.

Proceedings of the scientific meeting of the Zoological Society of London, for the year 1881. P. II. London 1881. 8.

Proceedings of the London Mathematical Society. N. 172—175. London 1881. 8.

The Transactions of the Linnean Society of London. II. Ser. *Zoology.* Vol. II. P. II. London 1880. 4.

The Journal of the Linnean Society. Zoology. Vol. XV. N. 84. 85. *Botany.* Vol. XVIII. N. 108—113. London 1880/81. 8.

List of the Linnean Society of London. January 1881. London.

Illustrations of typical specimens of Lepidoptera Heterocera in the Collection of the British Museum. P. V. London 1881. 4.

Catalogue of the Birds in the British Museum. Vol. V. London 1881. 8.

The Annals and Magazine of Natural History. Ser. V. Vol. 7. N. 39. London 1881. 8.

Proceedings of the Royal Irish Academy. — Polite literature and antiquities. Vol. II. Ser. II. N. 2. 1880. — *Science.* Vol. III. Ser. II. N. 5. 6. 1880. 1881. Dublin. 8.

The Transactions of the Royal Irish Academy. Polite literature and antiquities. Vol. XXVII. Fasc. IV. — *Science.* Vol. XXVIII. Fasc. I—V. Dublin 1880. 1881. 4.

The Journal of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. New Series. Vol. XIII. P. III. London 1881.. 8.

Archaeological Survey of India. —

Vol. X. A. Cunningham, *Report of tours in Bundelkhand and Malwa in 1874—75 and 1876—77.*

Vol. XI. A. Cunningham, *Report of tours in the Gangetic Provinces from Badon to Bihar, in 1875—76 and 1877—78.* Calcutta 1880. 8.

Catalogue of Oriental Coins in the British Museum. Vol. VI. London 1881. 8.

A descriptive catalogue of Diamonds in the Cabinet of Sir Abraham Hume, Bart. M. P., by the Count de Bournon. Translated from the French. London 1815. 4.

Astronomical and Magnetical and Meteorological Observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1879. London 1881. 4.

The Cape Catalogue of Stars, deduced from observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope, 1834 to 1840 and reduced to the epoch 1840. Cape Town 1878. 8.

Account of the operations of the great Trigonometrical Survey of India. Vol. VI. Dehra Dun 1880. 4.

Bibliotheca Indica. New Series N. 447—453. 458—461. Calcutta 1880. 1881. 8.

Proceedings of the Asiatic Society of Bengal. N. IV. April, V. May, VI. June, VII. July 1880. Calcutta 1881. 8.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. New Series. Vol. L. P. I. *History, Literature etc.* N. II. Vol. L. P. I. *Physical Science.* N. II. Calcutta 1881. 8.

J. Oppert, *The Madras Journal of Literature and Science for the year 1880.* Madras 1881. 8.

(R. G. Bhandarkar), *Report to K. M. Chatfield, Esq., Director of public instruction, Poona.* Bombay, 7th. July 1880. (*Über neu aufgefundene Sanskrit-Handschriften.*) fol.

F. Kielhorn, *Report on the search for Sanskrit Mss. in the Bombay Presidency during the year 1880—81.* Bombay 1881. 8.

A Catalogue of Sanskrit Manuscripts in Oudh, prepared by Pandit Deci Prasáda. Fasc. XII. Allahabad 1880. 8.

A Catalogue of Sanskrit Manuscripts in the North Western Provinces. P. V. Allahabad 1880. 8.

Mineral statistics of Victoria for the year 1880. N. 80. Melbourne. fol.

1880—81. Victoria. — Reports of the Mining Surveyors and Registrars. — Quarter ended 31st. March 1881. Melbourne 1881. fol.

Geological Sketch Map of New South Wales. Compiled from the Original Map of the late Rev. W. B. Clarke by C. S. Wilkinson. 4 Karten & 1 Bl. Text fol. u. 4. Sydney 1880.

(Wm. Deans Cowan.) *Madagascar. List of ferns and other Cryptogamae shewing their relation to Mauritius and Bourbon.* Faravohitra. 8. 8 Ex.

W. Deans Cowan, *The Tanala.* Faravohitra 1881. 8.
— — —, *List of Madagascar Birds.* Antananarivo 1881. 8.

Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. 1880. Sem. II. T. XCI. Table. 1881. Sem. I. T. XCII. N. 24. 25. 26. Sem. II. T. XCIII. N. 1—10. Paris 1881 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. X. N. 26 — 37. Paris 1881. 8.

Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle. Ser. II. T. 3. Paris 1880. 4.

Bulletin de la Société Zoologique de France. Année VI. P. 1. 2. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société Géologique de France. Sér. III. T. VIII. N. 2. 3. T. IX. N. 3. 4. Paris 1881. 8.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Série VI. Cah. 6. 1881. Juin Juillet Août. Paris. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. Année 4. N. 13. 14. 15. 16. 17. 18. Bordeaux 1881. 8.

Annales du Musée Guimet. — Revue de l'histoire des réligions. Année II. T. 3. N. 2. Paris 1881. 8.

La Médecine contemporaine. Journal de l'hydrothérapie. Année XXII. N. 15. Paris 1881. 8.

Bulletin de l'Union Géographique du Nord de la France. Année II. 1881. N. 12. 13. Douai. 8.

Annales de la Société d'Agriculture, Histoire naturelle et Arts utiles de Lyon. Sér. V. T. II. 1879. Lyon 1880. 8.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Classe des Sciences. Vol. XXIV. *Classe des Lettres.* Vol. XIX. Paris. Lyon 1879 —1880. 8.

Bulletin de la Société des Sciences de Nancy. Sér. II. T. V. Fasc. XII. 1880. Paris 1881. 8.

Bulletin d'histoire ecclésiastique et d'Archéologie réligieuse des Diocèses de Valence, Gap, Grenoble et Viviers. Année I. Livr. 3. 5. Romans 1881. 8.

Mémoires de l'Académie des Sciences de Dijon. Sér. III. T. VI. Année 1880. Dijon 1881. 8.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. Sér. III. T. 28. N. 1—13. Paris 1881. 4.

Polybiblion. Revue bibliographique universelle. Part. techn. Sér. II. T. VII. Livr. 6. 7. 8. *Part. litter.* Sér. II. T. XIII. Livr. 1. 8. 9. Paris 1881. 8.

vien de Saint-Martin, *Nouveau dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 16. Paris 1881. 4.

L. Wasseige, *Essais pratiques du dernier modèle du forceps Tarnier.* Paris 1881. 8. Extr.

Perrot & Ch. Chipiez, *Histoire de l'art dans l'antiquité.* Sér. I. Livr. 1. Sér. II. Livr. 11. Paris 1881. 8.

int-Lager, *nouvelles remarques sur la nomenclature botanique.* Paris 1881. 8. Extr.

---

i della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXVIII. 1880—81. Ser. III. Transunti Vol. V. Fasc. 14. Roma 1881. 4.

cademia Pont. de' Nuovi Lincei. Anno XXXIV. (1881.) Sessione VI. Roma 1881. 8.

i nuova sede delle Accademie dell' Arcadia, d' Archeologia e dei Nuovi Lincei. Roma 1881. 8.

i della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Vol. VII. VIII. Napoli 1878/79. 4.

ndiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Anno XV. XVI. XVII. XVIII. Napoli 1876. 1877. 1878. 1879. 4.

emorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino. Ser. II. T. XXXIII. Torino 1881. 4.

i della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI. Disp. 5. 6. Torino 1881. 8.

ollettino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Parte meteorologica. Anno XV (1880). Torino 1881. 4.

ollettino della Società Veneto-Trentina di Scienze naturali. Anno 1881. T. II. N. I. Padova 1881. 8.

nali del Museo civico di storia naturale di Genova. Vol. XVII. Genova 1881. 8.

Boncompagni, *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche.* T. XIII. Sett. Ottobr. Novb. 1880. Roma 1880. 4.

Ellero, *la Riforma civile.* Bologna 1879. 8.

F. Denza, *40 Publicationen meteorologischen, magnetischen und astronomischen Inhalts.* Torino Roma 1870—1881. 4. & 8.

Amari, *Su le iscrizioni arabiche del Palazzo Regio di Messina.* Roma 1881. 4. Extr.

Mémoires de l'Académie Impér. des Sciences de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XXVIII. N. 1. 2. St. Pétersbourg 1880. 4.

Mélanges asiatiques tirés du Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg. T. VIII. Livr. 5 — 6. St. Pétersbourg 1881. 8.

Compte-rendu de la Commission Impériale archéologique pour les années 1878 et 1879. Avec un Atlas. St. Pétersbourg 1881. 4. & fol.

Bulletin de la Société Imp. des Naturalistes de Moscou. Année 1880. N. 3. 4. Moscou 1881. 8.

Annales de l'Observatoire de Moscou. Vol. VII. Livr. 2. Moscou 1881. 4.

Nachrichten und gelehrte Denkwürdigkeiten der Kaiserlichen Universität zu Kasan. Jahrg. 1880. Vol. XLVII. N. 1—6. Kasan 1879. 1880. 8. (russ.)

N. v. Kokscharow, *Materialien zur Mineralogie Russlands.* Bd. VIII. pag. 63 — 320. St. Petersburg 1881. 8.

Handlingar af K. Svenska Vetenskaps Akademien. Bd. XIV, 2. XV—XVII. (1876—1879.) 4. Stockholm 1877—1881.

Bihang till K. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar. Bd. IV. Stockholm 1876—1878. — Bd. V. Stockholm 1878—1880. 8.

Öfversigt af K. Svenska Vetenskaps Akademien Förhandlingar. Årg. 34—37. Stockholm 1878—1881. 8.

Lefnadsteckningar öfver K. Svenska Vetenskaps Akademien efter år 1854 aflidna ledamöter. Bd. II, 1. Stockholm 1878. 8.

Minnesteckning öfver Carlander, Bjerkén, Linné, Sundevall, Hallenberg. Stockholm 1877—1880.

Meteorologiska Jakttagelser. Bd. 17—19. 1875. 1876. 1877. Stockholm 1878—1881. 4.

Entomologisk Tidskrift. Bd. I. Häft. 1. 2. Stockholm 1881. 8.

Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. A. a. N. 73—79. Ser. A. b. N. 6. Ser. C. N. 36—44 und Kartblad A. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. b. 6. Stockholm 1880. 8. 4. & fol.

Den Norske Nordhavs-Expedition 1875—1878. III. *Zoologi.* Christiania 1881. 4.

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles publiées par la Société Hollandaise des Sciences à Harlem. T. XVI. Livr. 1. 2. — Programme pour l'année 1881. Harlem 1881. 8.

Archives du Musée Teyler. Sér. II. P. I. Harlem 1881. 4.

Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek voor 1880. Jaargang 32. Deel I. Utrecht 1881. 4.

Nederlandsch Kruidkundig Archief. Ser. II. Deel 3. St. 3. Nijmegen 1881. 8.

---

lletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Année 50. Sér. III. T. 1. N. 5. 6. 7. Bruxelles 1881. 8.

Preudhomme de Borre, *liste des criocérides.* Bruxelles 1881. 8. Extr.

---

ttheilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1880. N. 979—1003. *Aus dem Jahre 1881.* N. 1004—1017. Bern 1881. 8.

lletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Sér. II. Vol. XVII. N. 85. Lausanne. Déc. 1880. 8.

rhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Brieg, den 13, 14 und 15. Sept. 1880. — 63. Jahresversammlung. Jahresbericht 1879/80. Lausanne 1881. 8.

mpte rendu des travaux présentés à la soixante-troisième session de la Société Helvétique des Sciences naturelles reunie à Brigue les 13, 14 e 15 Sept. 1880. Genève, Lausanne 1880. 8.

ttheilungen der Antiquarischen Gesellschaft in Zürich. Bd. XXI. Heft 1. 2. Zürich 1881. 4.

ue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. Bd. XXVIII. Abth. 1. Zürich 1881. 4.

rteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrg. XXIV. XXV. Zürich 1879/80. 8.

Wolf, *Astronomische Mittheilungen.* LIII. Aug. 1881. 8.

hweizerische meteorologische Beobachtungen. Jahrg. 15. 1878. Lief. 6. 7 (Schluss-Lieferung) nebst Titel und Beilagen. Jahrg. 16. 1879. Lief. 5. Jahrg. 17. 1880. Lief. 1. 2. 3. 4. Zürich. 4.

---

vista Euskara. Año IV. Num. 38. 39. Junio de 1881. Pamplona 1881. 8.

morias del Instituto Geográfico y Estadistico. T. III. Madrid 1881. 8.

Pujazon, *Anales del Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando.* Secc. II. *Observaciones meteorológicas.* Año 1880. San Fernando 1881.

ngreso internacional de Americanistas. Cuarta Reunion en Madrid del 18 al 22 de Setiembre de 1881. Madrid 1881. 8.

---

letim da Sociedade de Geographia de Lisboa. Ser. II. N. 5. Lisboa 1881. 8.

L. v. Hurmuzaki, *Fragmente zur Geschichte der Rumänen.* Bd. 2. Bukarest 1881. 8.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XVII. I. II. Boston 1881. 8.

Transactions of the American Philosophical Society. Vol. XV. New Ser. P. III. Philadelphia 1881. 4.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XIX. N. 107. Philadelphia 1880. 8.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. P. I. II. III. 1880. Philadelphia. 8.

Journal of the Academy of Natural Science of Philadelphia. Vol. VIII. Ser. II. P. IV. Philadelphia 1874—1881. 4.

Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution for the year 1879. Washington 1880. 8.

Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. XVIII. XIX. XX. XXI. Washington 1880/81. 8.

Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XXIII. Washington 1881. 4.

Methods and results. Discussion of tides in Penobscot Bay. U. S. Coast and Geodetic Survey, Report for 1878. Appendix N. 11. Washington 1881. 4.

Proceedings of the American Oriental Society. May 1881. Boston. 8.

The American Journal of Science. Series III. Vol. XXII. N. 127. 128. 129. New Haven 1881. 8.

American Journal of Mathematics. Vol. III. N. 4. Cambridge 1881. 4.

The American Journal of Otology. Vol. III. N. 3. New York 1881. 8.

The Journal of the Cincinnati Society of Natural History. Vol. IV. N. 2. Cincinnati 1881. 8.

Journal of the American Oriental Society. Vol. XII. New Haven 1880. 8.

Memoirs of the Peabody Academy of Science. Vol. I. N. V. VI. Salem, Mass. 1881. 8.

Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences. Vol. III. N. 5. Buffalo 1877. 8.

Proceedings of the California Academy of Sciences at its regular Meeting held June 6, 1881. San Francisco 1881. 8.

Reports on the Total Solar Eclipses of July 29, 1878, and January 11, 1880. Issued by the U. S. Naval Observatory. Washington 1880. 4.

Iowa Weather Bulletin for June, 1881. Press Bulletin N. 97. Iowa Weather Station 1881. 8.

L. Bárcena, *Fenómenos periodicos de Vegetation.* Mexico 1881. 8.

B. Menten, *Historia y Descripcion del Observatorio astronomico de Quito.* Quito 1877. 8.

— — —, *Boletin del Observatorio astronomico de Quito.* Año I. 1878. N. 1—6. Año II. 1879. N. 1—3. Quito 1878/79. 8.

Ernst, *Memoria botanica sobre el Embarbascar, ó sea la pesca por medio de plantas venenosas.* Caracas 1881. 8. Extr.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

RAMMELSBERG, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth. M. 3,00

ROTH, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth. M. 9,00

VIRCHOW, Beiträge zur Landeskunde der Troas . . . . . M. 10,00

SCHOTT, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens . . . . . M. 1,00

KRÜGER, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . . M. 5,00

CURTIUS, Das archaische Bronzerelief aus Olympia . . . . M. 2,50

BUSCHMANN, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . . M. 2,50

ERDMANN, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid M. 3,00

SCHRADER, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal . . . . . M. 3,00

DILLMANN, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert . . . . . M. 2,50

SACHAU, E., Über die Lage von Tigranokerta . . . . . M. 5,50

HAGEN, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen . . . . . M. 1,50

VAHLEN, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . . M. 1,50

WAITZ, Über eine alte Genealogie der Welfen . . . . . M. 0,80

GERLAND, ERNST, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

PRINGSHEIM, Zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie . . . . . 117–[illegible]
VIRCHOW, Mittheilungen aus einem Briefe des Hrn. J. M. Hildebrandt . . . . . 124–[illegible]
DUNCKER, Über die Hufen der Spartiaten . . . . . 139–[illegible]
WEBSKY, Über die Ableitung des krystallographischen Transformations-Symbols . . . . . 152–[illegible]
SACHAU, Eine dreisprachige Inschrift aus Zébed . . 169–[illegible]
HELMHOLTZ, Über die auf das Innere magnetisch oder dielektrisch polarisirter Körper wirkenden Kräfte . 191–[illegible]
CHRISTIANI, Über Athmungscentren und centripetale Athmungsnerven . . . . . 213–[illegible]
WEIERSTRASS, Nachtrag zu der am 12. August v. J. gelesenen Abhandlung „Zur Functionenlehre" . . . 223–[illegible]
VIRCHOW, Über die ethnologische Bedeutung des Os malare bipartitum . . . . . 229–[illegible]

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vo[illegible]
Berlin, Universitätsstr. 8.

MONATSBERICHT

DEC 23 1881

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

September & October 1881.

Mit 2 Tafeln
(dabei die zum Aufsatz des Hrn. Goldstein gehörige).

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN ZU BERLIN.

September & October 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Zur Feier des fünfzigjährigen Doctor-Jubiläums des Hrn. st Eduard Kummer am 10. September 1881 überreichte die demie folgende Adresse:

Einer schönen deutschen Gelehrtensitte folgend bringt die rzeichnete Akademie der Wissenschaften zur Jubelfeier des es, an welchem Ihnen dereinst in Halle die Doctorwürde ver- n worden ist, ihre aufrichtigsten und wärmsten Glückwünsche Sie begrüsst den Gedenktag mit besonderer Freude an der igkeit und geistigen Vollkraft, in der Sie ihn begehen, mit be- derem Stolze auf die Verbindung, welche die Akademie in die e, schon einige Jahre nach dem Ursprung dieser Feier, mit n angeknüpft und seit Ihrer Übersiedelung nach Berlin immer r und bedeutsamer gestaltet hat.

Die Zeit, da Sie sich in Halle vom Studium der Theologie dem Studium der Mathematik zuwandten, fällt nahe mit jener che zusammen, welche das Wiedereintreten Deutschlands in Kreis der mathematischen Nationen bezeichnet. Wohl hatte uss, thronend auf einsamer Höhe, während rings um ihn im erlande die mathematische Öde fortdauerte, schon ein Menschen- r hindurch unsterbliche Werke geschaffen und die rückhaltlose wunderung des Auslandes gefunden; aber erst ein Lustrum vor- hatten, an Alter ebensoviel Ihnen voranstehend, die beiden oen Jacobi und Dirichlet die Aera allgemeiner Blüthe deut-

scher Mathematik eröffnet, an deren Erhaltung und Entwickelung Sie bald so ruhmvoll mitwirken sollten.

Es ist bezeichnend für die auf wirkliche Erkenntniss gerichtete Weise Ihrer wissenschaftlichen Thätigkeit, dass sich vor dem rückschauenden Auge Ihr fünfzigjähriges Arbeitsleben ganz ungezwungen in drei grosse, deutlich geschiedene Perioden aus einander legt. Je eine ganze Reihe von Jahren hindurch vereinigen Sie Ihre Denk- und Arbeitskraft auf eine Klasse von zusammenhängenden Untersuchungen. Nicht die geschickte Erledigung vereinzelter Probleme befriedigt Ihren Geist — im wissenschaftlichen Grossbetriebe, in der umfassenden Behandlung und vollständigen Durchforschung ganzer Gebiete bewähren Sie den Blick, die Macht, den Fleiss des Genies. Niemals an dem, was schon flache und flüchtige Bearbeitung hervorbringt, sich genügen lassend, wenden Sie stets Ihre grosse und geübte Kraft mit der auch für Sie noch erforderlichen Anstrengung an jene Tiefkultur des mathematischen Bodens, welche allein die ausgiebige Fruchtbarkeit zu sichern vermag. Und nicht jede eben gewonnene Frucht vereinzelt oder gar unreif mitzutheilen ist Ihre Art — in mühsamer, sorgfältiger Ausarbeitung zeitigen, sammeln und ordnen Sie die ausgezeichneten Ergebnisse Ihrer Forschungen.

Das erste Jahrzehnt Ihres wissenschaftlichen Schaffens gehört der Analysis. Die von der Halleschen philosophischen Fakultät gekrönte Arbeit, Ihre Doctordissertation, ward das erste Glied einer Kette von scharfsinnigen Untersuchungen über die Theorie der Reihen und der Integrale, deren glänzenden Mittelpunkt — auch zeitlich — Ihre berühmte Abhandlung über die hypergeometrische Reihe bildet, eine würdige Ergänzung jener fundamentalen, nur in ihrem ersten Theile erschienenen Gauss'schen Arbeit, gegründet auf tiefstes, in einem Liegnitzer Gymnasialprogramme zuerst dargelegtes Erkennen der für die Vergleichung von Transcendenten maassgebenden Principien und durchgeführt in solcher Vollständigkeit, dass bei viel später mit ganz neuen Mitteln von Riemann aufgenommenen Untersuchungen sich nur eine kleine Nachlese an Resultaten ergeben hat.

Die Schrift über die kubischen Reste, mit welcher Sie in Breslau Ihren Platz als akademischer Lehrer einnehmen, leitet die Periode Ihrer grundlegenden und bahnbrechenden zahlentheoretischen Untersuchungen ein, welche die zwei folgenden Jahrzehnte

erfüllen. Was Sie bei einer ersten Beschäftigung mit den complexen Zahlen als Mangel der Theorie empfinden und beklagen, wird Ihrem ächt speculativen Sinne Anlass zur Schöpfung und Ausbildung des Begriffes der idealen Zahl, welcher mit der Vervollkommnung der Einsicht zugleich eine solche Vereinfachung der Methoden bewirkt, dass nunmehr Gauss' Theorie der quadratischen Formen verhältnissmässig leicht auf allgemeinere übertragen werden kann. Bald fliesst aus diesen Untersuchungen Ihr Beweis des berühmten Fermatschen Satzes, grosses und gerechtes Aufsehen erregend, weil ungeachtet so vieler Bestrebungen bedeutendster Forscher bis dahin der Beweis nur in einigen wenigen Fällen gelungen war. Bald auch finden Sie mit scharfem Blicke auf dem Wege der Induction die höheren Reciprocitätsgesetze; aber erst nachdem Sie mit bewundernswürdiger Beharrlichkeit Jahre hindurch Ihre Bemühungen auf dieses Ziel gerichtet und mit frischem Arbeitsmuth weitere und umfassendere Forschungen zu diesem Zwecke unternommen haben, gelingt Ihnen der theoretische Beweis, der ersehnte werthvollste Preis Ihrer abstractesten Untersuchungen.

Concretere Studien, durch Mittel der Anschauung, einige selbst durch Experimente unterstützt, bilden den reichen Inhalt der dritten, wesentlich geometrischen Periode Ihrer Arbeitszeit. Anknüpfend an Untersuchungen Hamilton's, den einst mit Ihnen zugleich — ein Vorzeichen dieser geistigen Verbindung — die Akademie zum Correspondenten gewählt hatte, eröffnen Sie vor nun etwa zwanzig Jahren mit Ihrer Theorie der allgemeinen Strahlensysteme ein ausserordentlich fruchtbares Feld analytisch-geometrischer Forschung. Sie entwickeln darin eine Anzahl neuer naturgemässer Begriffe, welche von einem höheren Standpunkte aus über die analogen in der Theorie der krummen Oberflächen, wie Ihr Dichtigkeitsmaass über das Gauss'sche Krümmungsmaass, helles Licht verbreiten. Sie wenden sich dann in Ihren folgenden Arbeiten zur Behandlung von speciellen algebraischen Strahlensystemen und deren Brennflächen, welche bis in die jüngste Zeit fortgesetzt eine Reihe der wichtigsten und interessantesten Erscheinungen algebraischer Flächen zu Tage gefördert hat — auch jene merkwürdige Fläche, die Ihren Namen trägt. Und es ist wohl diese ganze Kategorie Ihrer Arbeiten und Resultate, welche am meisten zur Popularisirung Ihres Namens in dem ausgedehnteren Kreise der Mathematiker beigetragen hat.

Der Tag, an dem Sie vor fünfzig Jahren die erste akademische Würde erlangt haben, beschliesst ein halbes Jahrhundert ganz dem Dienste der Wissenschaft in Forschung und Lehre gewidmeten reich mit Erfolgen der Arbeit gesegneten, von Anfang an durch die Anerkennung der Kenner geehrten, nach und nach mit den höchsten wissenschaftlichen Auszeichnungen geschmückten, recht eigentlich akademischen Lebens. Vor zweiundvierzig Jahren zum correspondirenden Mitgliede, vor sechsundzwanzig Jahren bei Ihrer Berufung an die hiesige Universität zum ordentlichen Mitgliede ernannt und vor achtzehn Jahren von der physikalisch-mathematischen Klasse zum Secretar erwählt, haben Sie diese verschiedenen Beziehungen zur Akademie mit Liebe und Eifer gepflegt, die akademischen Pflichten mit gewissenhafter Strenge geübt, Ihres Secretar-Amtes fast fünfzehn Jahre hindurch mit Treue und Hingebung gewaltet und in allen Verhältnissen zum Ruhm und zur Ehre der Akademie gewirkt. Sie spricht in feierlicher Form an diesem Gedenktage ihren Dank dafür aus, sie flicht den Wunsch darein, dass es Ihnen beschieden sein möge, auch unter dem Titel eines Veteranen, den Sie seit Kurzem angenommen haben, noch lange Ihre akademische Thätigkeit fortzusetzen, auch in diesem freieren Verhältnisse noch lange die alte und innige Verbindung zu unterhalten, welche die Akademie mit Freude und Genugthuung, welche sie mit Stolz erfüllt

Zur Feier des fünfzigjährigen Doctor-Jubiläums des Hrn. Robert Wilhelm Bunsen am 17ten October 1881 überreichte die Akademie folgende Adresse:

Hochgeehrter Herr!

Je weiter sich das Gebiet der physikalischen Wissenschaften ausdehnt, um so mehr beschränkt sich der Forscher auf einen speciellen Theil einer einzelnen Disciplin. Kaum gelingt es noch, eine solche in ihrem ganzen Umfange zu durchdringen. Aber noch seltener ist der Mann, welcher gleichzeitig die Physik, die Chemie und die Geologie mit Entdeckungen bereichert, welche durch ihre hervorragende Bedeutung, durch ebenso sinnreiche wie originale Methoden und Schärfe der Resultate die Zeitgenossen mit Bewunderung erfüllen und dem Namen des Forschers in der Wissenschaft einen unverwelklichen Ruhmeskranz sichern.

Sie haben sich nicht damit begnügt, als Chemiker den Kreis unserer Kenntnisse auf Gebieten erweitert zu haben, welche Ihre Hand gleichsam zuerst berührte; Ihr Name ist auch mit der Geschichte der Physik für immer verknüpft, und Ihre geologischen Arbeiten haben das lebhafteste Interesse hervorgerufen. Und wie unser Wissen, haben Sie auch unser Können emporgehoben: Ihnen verdanken wir eine Fülle neuer und wirksamer wissenschaftlicher Hülfsmittel, in denen sich gleichmässig der schöpferische, originale Geist bekundet, welcher alle Ihre Arbeiten durchweht.

Als Sie vor fast fünfzig Jahren eine ebenso gefahrvolle wie beschwerliche Untersuchung über das Arsenmethyl anstellten, gaben Sie den Anstoss zur Darstellung von metallorganischen Radicalen und Verbindungen. Ihre Analysen von Hohofengasen bilden die Grundlage für unsere Kenntniss von einem hochwichtigen Process. Immer vollkommener gestaltete sich die Gasanalyse unter Ihren Händen, und Ihre „Gasometrischen Methoden“ erstreben die höchste Genauigkeit der Resultate. Sicherlich gibt es kein Laboratorium, in welchem Ihre volumetrische Jodprobe nicht zur Anwendung käme, mit welcher sich keine andere an Eleganz und Schärfe vergleichen lässt.

An Ihren Namen unter den ersten knüpft sich die Geschichte der glänzendsten wissenschaftlichen Grossthat unserer Generation, welche der Chemie ein mächtiges Hülfsmittel der Forschung errang, der Physik und über ihre Grenzen hinaus der Astronomie

ganz neue und unermessliche Gebiete der Arbeit erschloss. Sie lehrten uns Rubidium und Caesium kennen und die Absorptions- und Funkenspectra der Körper zu deren Nachweis verwerthen. Täglich dienen an tausend Stellen Ihre Kohlenelemente der Wissenschaft und der Technik. Die photochemischen Untersuchungen, welche Ihren und Roscoe's Namen tragen, Ihre calorimetrischen Bestimmungen und die von Ihnen veranlassten Feststellungen der Absorptionscoefficienten von Gasen — sie alle sind integrirende Theile der Wissenschaft geworden.

Ein Besuch Islands rief Ihre Geisirtheorie hervor, er vermehrte unsere Kenntniss der vulkanischen Gesteine dieser Insel, und gab Ihnen Anlass zu allgemeinen Schlüssen auf den ursprünglichen Zustand solcher Gesteine.

Wie Sie als Lehrer in zahlreichen Schülern den Geist wahrer Wissenschaft, besonnenen Fortschreitens auf dem Boden der Thatsachen gepflegt haben, ist allbekannt, und dieses Verdienst ist wahrlich nicht der kleinste der Ruhmestitel, auf welche Sie Anspruch haben.

Die Akademie, der Sie seit langer Zeit als auswärtiges Mitglied angehören, sendet Ihnen zu dem Tage Ihres fünfzigjährigen Doctorjubiläums ihren Festgruss in der frohen Hoffnung und mit dem herzlichen Wunsche, dass es der Wissenschaft und ihren Jüngern noch lange vergönnt sei, sich in gleichem Maasse Ihrer fruchtbaren und segensreichen Arbeit zu erfreuen.

20. October. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Kiepert las:

Über Pegolotti's vorderasiatisches Itinerar.

Von den Reiseberichten und Wegebeschreibungen, welche die Hauptquelle für graphische Darstellung der Binnenländer im Alterthum und Mittelalter gebildet haben müssen, sind uns bekanntlich — nur mit Ausnahme der officiellen Itinerarien des römischen Reiches aus dem 2ten und 3ten Jahrhundert und der schon mit dem 4ten Jahrhundert beginnenden, Palästina betreffenden Pilgerbücher — nur wenige Fragmente im Original erhalten. Unter diesen nehmen die in der Blütheperiode des neueröffneten europäischen Levantehandels von dem Florentiner Francesco Balducci Pegolotti[1]) aufgezeichneten beiden asiatischen Karawanenwege als älteste Documente dieser Kategorie seit Isidoros von Charax, das heisst nach fast anderthalb Jahrtausenden, eine beachtenswerthe Stelle ein. Die nördliche jener beiden, durch die Vereinigung fast des ganzen asiatischen Continents unter der Mongolenherrschaft hervorgerufenen Handelsstrassen, deren Ausgangspunkt das genuesische Emporium Tana (das alte Tanaïs) bildete und die gegen Osten die Grenzen Chinas erreichte, ist nur mit wenigen Hauptstationen in grossen Distanzen verzeichnet, deren Identificirung bei den bisherigen Erklärern keiner Schwierigkeit begegnet ist; eine mehr complicirte topographische Aufgabe bietet dagegen die südlichere Parallelstrasse, welche vorzüglich der Zuführung indischer Producte nach dem Abendlande dienend, vom östlichsten Winkel des Mittelmeeres sich durch die Hochländer Armeniens und Persiens hinzog, jedoch nur bis Tabrîz, der damaligen Residenz der mongolischen Herrscher des Westens, von dem italienischen Autor speciell aufgezeichnet worden ist: er giebt nämlich bis zu jenem äussersten Punkte, den in der Regel die europäischen Kaufleute selbst erreicht zu haben

[1]) Sein in der Riccardiana handschriftlich erhaltenes kaufmännisches Handbuch ist unter dem Titel *Pratica della mercatura* von Pagnini in seiner Sammlung *della Decima*, Lisboa e Lucca 1766, Vol. III gedruckt.

scheinen, alles dem Kaufmann wissenswerthe Detail Verzeichniss der einzelnen Zollstätten sammt dem Be entrichtenden Zölle. Dieses früher von Dulaurier un nur soweit es das sogenannte kleinarmenische Königr dann von Yule[1]) gleichfalls nur im allgemeinen bespro ment hat kürzlich Hr. W. Heyd in seiner „Geschichte d handels im Mittelalter" (Bd. II S. 113 ff.) einer eingeher lyse unterzogen, ohne jedoch beim Mangel ausreichend phischen Materials überall zu völlig gesicherten Erge gelangen. Eine erneute Untersuchung, begründet auf vollständigere, zum Theil noch unedirte topographisch durch welche wenigstens einige der bisher durchaus zw Punkte festgelegt werden, darf daher wohl als eine überflüssige Ergänzung der überaus dankenswerthen Arb gezeichneten Stuttgarter Gelehrten angesehen werden.

Jenes Itinerar setzt sich aus zwei nach Länge, Ric Wegebeschaffenheit ungleichartigen Stücken zusammen: längere Abschnitt von *Salvastro* (Sebastia, Sivás) über A *Torisi* (Tabrîz) folgt einer wahrscheinlich seit uralter Z falls unter römischer Herrschaft, wie noch heut stark westöstlichen Verkehrslinie auf dem inneren Hochlande, d liche Verlängerung zum Bosporus und überhaupt zur We Halbinsel des sogenannten Kleinasiens hinweist. Der erste dagegen zwischen Sivás und der Südküste Kleinasiens, w fast in südnördlicher Richtung, also ziemlich rechtwinkli westöstliche Hauptlinie anschliesst, hat als Verkehrsst weit kürzere, auf die Blüthezeit des kleinarmenischen K Kilikien beschränkte Dauer gehabt; nach dessen Falle un störung seiner Hafenstadt Ajás hat alle frequente Verb jener Richtung um so mehr aufgehört, als ausser der Ho natur der zu überwindenden Tauruslandschaft die Unbot der dort hausenden türkmenischen Nomaden, der sogenannte ren, den Eintritt erschwerte, der nur wenigen kühneren neuester Zeit gelungen ist, ohne doch befriedigende topog Aufklärung zu gewähren[2]). Wenn demnach diese Landsc

[1]) Cathay and the way thither, London 1866, vol. II p. 299

[2]) Der Architekt Ch. Texier und der österreichische Metallurg 1836 unter dem Schutze der damaligen ägyptischen Herrschaft;

utigen Tages zu den wenigst bekannten der ganzen Halbinsel ge-
rt und vermuthlich noch längere Zeit gehören wird, so versteht
sich, dass gerade der Anfang unseres mittelalterlichen Itinerars
ch vielfachen Unsicherheiten unterworfen bleibt.

Am meisten gilt das von den ersten, zu jener Zeit innerhalb
r Grenzen des armenischen Königreiches belegenen Stationen, für
elche der Autor, statt sie einzeln namentlich zu verzeichnen, nur
e Gesammtsumme der zu entrichtenden Zölle angiebt. Der erste
ocalname gehört schon der Grenzstation gegen das Mongolenreich,
lidara, mit Recht schon von Dulaurier in *Cobidara* oder *Gobidara*
endirt. Denn կոպիտար (*Kopitar* nach älterer, *Gobidar* nach
r seit dem 12ten Jahrh. üblichen Aussprache) wird wiederholt
den armenischen Chroniken als ein fester Herrensitz, in Unter-
hriften der Jahre 1307 und 1316 sogar als Bischofssitz[1]) und
n einem armenischen Geographen des 14ten Jahrh.[2]) als bedeu-

---

össeren Schwierigkeiten 1853 P. v. Tschihatscheff und 1866 G. Lejean;
chmals im April und Mai 1881 der türkische Militärarzt Dr. Th. Bischoff,
essen Tod gleich nach der Rückkehr von dieser, wie es scheint, manche
eue Wege eröffnenden Reise, bevor ihm schriftliche Berichte darüber mög-
ch waren, (nach Hrn. Prof. E. Sachau's Mittheilung) wir zu bedauern ha-
en. Die letzten Erforscher und Kartographen der kilikischen Ebene im J.
874, Favre und Mandrot, haben so wenig, wie ihr gelehrterer Vorgänger
on 1852—53, V. Langlois, in das Hochgebirge eindringen können. Wohl
ber konnten diess in einer kurzen Periode militärischer Unterwerfung der
ebirgsstämme einige türkische Officiere, die im Auftrage ihrer Vorgesetzten
ie vorhandenen sehr mangelhaften und theilweise rein hypothetischen Kar-
en ihrer europäischen Vorgänger (Chesney, Ainsworth, v. Moltke und Russ-
gger) um eine Anzahl neuer Ortspositionen bereichert haben, ohne sonst
esentliches daran zu verbessern; vollends die historisch wichtigen, aber
ängst in Trümmern liegenden Burgen der armenischen Herren des Mittel-
lters haben sie unbeachtet gelassen. So hat denn auch die auf jenen Re-
ognoscirungen beruhende, von einem gewissen Hussein Husni Bey in türki-
cher Sprache bearbeitete und in Constantinopel lithographirte Karte des bis
1869 auch Kilikien begreifenden Vilajets Haleb, welche mir durch Güte des
damaligen Gouverneurs Djevdet-Pascha zugekommen ist, für den vorliegenden
Zweck kein brauchbares Material geliefert.

[1]) In Tschamtschean's armenischer Geschichte (S. Lazzaro bei Venedig 1784 in armen. Spr.) Bd. III. p. 310, 314.

[2]) Vartan bei St. Martin, Mémoires sur l'Arménie, Vol. II p. 436.

tendste Stadt Kilikiens neben Tarsus, Sis und Marasch genannt, seine Lage aber, die nur ganz allgemein in dem nördlich von Sis gelegenen Gebirge ohne nähere Bestimmung angedeutet wird, ist bis jetzt durch Autopsie nicht verificirt worden[1]).

Dennoch kann der Strassenzug innerhalb der kilikischen Ebene kaum einem Zweifel unterworfen sein, denn der maritime Ausgangspunkt am issischen Meerbusen, die im Alterthum als *Αἰγαῖαι* unbedeutende, im 13ten und 14ten Jahrh. zu grosser Blüthe herangewachsene Handelsstadt, deren Namen die italienischen Quellenschriften und Karten *Lajazzo* schreiben (jetzt ein den Namen *Ajas* bewahrender Trümmerhaufen), konnte diese Stellung nur dem Umstande verdanken, dass kein anderer Hafenplatz *Sis*, der Hauptstadt des kleinarmenischen Königreiches so nahe lag und auf so bequemem Wege erreicht werden konnte. Diese noch jetzt von Armeniern bewohnte und als Sitz ihres geistlichen Oberhauptes weitbekannte, ihrer Ortslage nach aber mehrfach fixirte Stadt dürfen wir daher mit Sicherheit in den vom italienischen Autor nicht specialisirten ersten Strassenabschnitt aufnehmen. Unvereinbar ist mit dieser Annahme allerdings Hrn. Heyd's Vermuthung über den Strassenzug in einer Richtung, welche von Sis aus als ein weiter, halb rückwärts führender Umweg erscheinen müsste: nämlich dem Hauptthale des Djihan (des alten Pyramos) östlich und dann einem nördlichen Zuflusse desselben aufwärts folgend, um über den Pass von Gaban das innere Hochland zu erreichen; allein diese Hypothese stützt sich wesentlich auf die Identification der dritten bei Pegolotti genannten Station, *Casena* mit einem nordöstlich von Sis liegenden Orte scheinbar ähnlichen Namens, dem türkischen *Göksün* oder antiken *Cocussus*. Die Möglichkeit einer so starken Entstellung des Namens ist freilich neben mehrfachen Beispielen in demselben Itinerar nicht ausgeschlossen, tritt aber zurück hinter der Be-

[1]) Nach den armenischen Autoren lag Gobidar nahe der „hohen Feste" *Bardsrbèrd*, welche nach Langlois (Voyage dans la Cilicie, Paris 1861 p. 406) noch jetzt als *Bersbert* vorhanden sein soll; leider bezeichnet er ihre Lage, offenbar nur nach Erkundigungen, allzu unbestimmt als eine Tagereise nördlich von Sis und verwirrt diess wieder durch den Zusatz, dass *Vahga* „à l'ouest du précédent", zugleich aber nahe dem Passe von *Gaban* liege, während letzterer durch v. Moltke und Lejean vielmehr weit östlich von Sis fixirt ist.

rung eines jener Transcription völlig entsprechenden Namens, Gebirgslandschaft *Kozán* im mittleren Thale des Sarus, sei es s mit dem *Casena* des Textes nur die Zollstätte innerhalb des benannten Gebietes bezeichnet wird, sei es dass eine gleichnamige schaft existirte oder gar — was bei der Unzugänglichkeit dieses iberlandes schwer zu erkunden sein wird — noch jetzt existirt.

Nun bildet von Sis aufwärts gerade nördlich, also in der für Lage der Grenzstation Gobidar wenigstens angedeuteten Richg, das Durchbruchsthal des Sarus durch die Hochkette des Tauso deutlich einen natürlichen Einschnitt und die geradeste Verdungslinie nach Sivás, dass wir, zugleich gestützt auf die Nachung wenigstens eines Stationsnamens an dieser Linie, nicht hin können, sie dem sonst unmotivirten östlichen Umwege über ksün vorzuziehen. Die specielle Ermittelung des Strassenzuges l — wenn überhaupt möglich — die Auffindung der übrigen bei golotti genannten Namen: *Gandon* als erste Zollstätte des Tatareiches jenseit Gobidar, dann nördlich von Casena *Gadue* und t beiden Karwanserais *Gavazera del amiraglio* und *Gavazera de ajacomi*[1]) müssen wir freilich künftigen glücklicheren Localforern überlassen, nur dürfen wir daran erinnern, dass im oberen rusthale von dem bekannten kappadokischen Komana[2]) aufwärts

---

[1]) Heyd vergleicht *Gadue* (l. *Gaduc*) mit dem Passe Jel-Gadugi, worin och *Gaduk* (westtürkische Aussprache *Gedük*) einfach „Bergsattel" bedeu-, also jedes ähnliche Local in diesem Berglande ebensogut bezeichnen n. Der ungefähren Lage nach würde die von Ainsworth (Travels in a Minor I, 285) besuchte Stadtruine entsprechen, die von den umwohden Nomaden einfach *Viran-schehr* „zerstörte Sadt" genannt wird. *Caacomi* könnte man, wenn die Schreibung nicht zu stark differirte, nach htung und Entfernung mit dem Dorfe *Kajádibi* (türk.: „Felsfuss") zusamstellen, dessen Lage sich aus der Recognoscirung des Eisenbahnprojectes isarie-Sivás und ebenso aus der dem Reiseberichte des Nerses Sarkisean ՀԵԳԱԳՐՈՒԹԻՒՆՔ ի փոքր և ի մեծ Հայս, Vened. 1864) beigegebe- Kartenskizze der Umgegend von Sivás ergiebt.

[2]) Die schon aus den Distanzen des römischen Itinerars ungefähr beambare Lage von Komana ist durch Tschihatscheffs zufällige Entdeckung gedehnter Ruinen an jener Stelle 1853 verificirt: erforscht sind dieselben ter Auffindung zahlreicher Inschriften aber erst vor wenigen Monaten rch Dr. Bischoff.

und über die Station Tonosa, das heutige Tunuz, bis Sebastia schon in römischer Zeit eine im sogenannten antoninischen Itinerar verzeichnete Strasse führte, der im wesentlichen die mittelalterliche gefolgt sein wird.

Der folgende Hauptabschnitt der sich von *Salvastro* entschieden nach Osten wendenden Strasse bis *Arzinga* (mit den Stationen Dudriaga, Greboco, Mughisar) ist glücklicherweise nicht mehr so völlig „terra incognita", wie Hr. Heyd (p. 115) noch annehmen musste. Die beiden von ihm bereits nach sehr unbestimmten Nachrichten angedeuteten Verbindungswege zwischen den beiden Städten sind 1873 durch österreichische Ingenieure zum Zwecke von unausgeführt gebliebenen Eisenbahnprojecten nach Länge und Höhe vermessen worden und ihre im Archiv des sogenannten Bautenministeriums zu Constantinopel ruhenden Zeichnungen sind mir, Dank der liberalen Unterstützung durch unsere Akademie und der gütigen Vermittelung der deutschen Botschaft, durch zuverlässige Copien zugänglich gemacht. Daraus ergiebt sich, dass die im Halysthal aufwärts führende nördliche der beiden Strassen erheblich kürzer und bequemer ist, als die südliche über Diwrigi und das Euphrathal, welche weite Umwege durch schwieriges Felsterrain zu beschreiben genöthigt ist. Dazu würde diese zunächst von Sivri nahezu südlich mit geringer östlicher Abweichung führende Strasse im spitzen Winkel fast wieder zurücklenken in den ersten bis Sivri reichenden Strassenabschnitt. Diese Unwahrscheinlichkeit hat schon Hr. Yule unbeachtet gelassen, indem er das *Dudriaga* des Textes in *Duvriaga* corrigirt und dann in *Divrigi* wiederzufinden glaubt. Hr. Heyd, obwohl auf eine andere und richtigere Deutung dieses Namens gerathen, ist geneigt jener Hypothese zu folgen, indem er auch den dritten Stationsnamen *Mughisar,* allerdings, wie er selbst zugiebt, „sehr problematisch", zu erkennen glaubt in der nur zu diesem Zwecke gemachten, aber nirgend als ortsüblich bezeugten Composition des Namens der Euphratstadt *Kamach* mit dem türkischen Worte *hissár* „Burg"[1]). Ohne Zwang finden sich hingegen jene beiden Namen in den an den entsprechenden Stellen der nördlichen

[1]) Dabei ist ferner die Schwierigkeit übersehen, dass Kamach auf der entgegengesetzten, hier südlichen Seite des Euphrat liegt, den die Strasse zu überschreiten keine Veranlassung hatte.

asse noch bestehenden Ortschaften *Todurga*[1]) und *Mughar* und ischen beiden lässt sich auch die dritte, bisher ganz räthselhaft liebene Pegolottische Station *Greboco* wenigstens mit annähern- Sicherheit placiren, obwohl der Name selbst untergegangen zu scheint; wenigstens findet sich nichts ihm entfernt ähnliches er der immerhin noch recht dürftigen Nomenclatur der neueren erarischen Quellen. Dagegen kennt ihn ein anderes jener älte- Zeit angehöriges Document, die 1367 vollendete Erdkarte der ezianischen Brüder Pizigani, denen offenbar das Itinerar Pe- otti's bei dem Entwurfe des betreffenden Stückes als Richtschnur ient hat[2]), da sie alle Hauptstationen in richtiger Reihenfolge Layaça bis Tauris eingezeichnet haben. Zwischen *Sebastia* *Arçengana* sind hier mit der für alle grösseren Städte ange- deten Signatur *Agreboce* und *Acxar* eingezeichnet; letzteres ist nbar *Akschahr*, türkisch „Weissstadt", dessen Erinnerung sich in Namen der weiten Thalebene Akschehr-owa an einem südlichen usse des Lycus (Kelkid-tschai), in welcher das Nicopolis des mpeius lag, erhalten hat[3]). Nur eine ähnliche Ebene innerhalb es sonst von rauhem Gebirge erfüllten Landstriches konnte für andere in der venezianischen Karte verzeichnete bedeutende Stadt um bieten und eine solche findet sich wirklich östlich von der schehr-owa, wo sie Hr. P. v. Tschihatscheff in seinem Itinerar Erzingjan her am 18. Aug. 1858 zwischen dem Kaimaksu und hwanis durchschnitt[4]). In dieselbe Gegend aber fällt nach den

[1]) So geben den Namen in türkischer Form Tschihatscheff und die enbahn-Ingenieure; *Tudurgi-göl* wird der danach benannte kleine Salzsee on in Suters Reisebericht von 1838 (Journ. R. Geogr. Soc. X. 437) ge- nt; die correcte armenische Form ist nach Nerses p. 65 *Todorag*. Die gende Station *Muchar* (so bei Strecker, *Mehar* in der Eisenbahntrace, *Mi-* Tschihatscheff) liegt etwas seitwärts über der Strasse, an derselben aber Chan, der wohl die Stelle der alten Zollstätte bezeichnet.

[2]) Vgl. die Copie des betreffenden Theiles nach dem Facsimile in Jo- rd's *Monuments de la géographie* auf unserem Kärtchen.

[3]) Auf die Verwechselung von Nord und Süd in der Stellung der Signa- en und Legenden von *Acxar* und *Agreboce* ist ebensowenig Gewicht zu en, wie auf die evident falsche Placirung von Caesarea weit südöstlich von ner entsprechenden Stelle.

[4]) Berl. Zeitschr. f. Allg. Erdk. N. F. Bd. VI. (1859) S. 322. Das Rou- der Eisenbahn-Ingenieure, welches jene Ebene an ihrem Südrande bei

Distanzangaben des sogenannten antoninischen Itinerars von [illegible] gesicherten Punkten aus, Satala in Osten 35 (var. 40), Nicop[illegible] in Westen 72, Zimara in Süden 96 mp., die noch nicht identifi[illegible] römische Station *Arauraci*; es scheint dieser Name wenig entst[illegible] in *Agreboce* der italienischen Quelle sich erhalten zu haben. [illegible] dass die Wiederauffindung dieses neuen Fixpunktes in dem Strassen[illegible] netze des östlichsten Bezirkes der Römerherrschaft und zugleich der mittelalterlichen Stadt, die nicht wohl spurlos verschwunden sein kann, damit in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen ist.

Kaum bestimmbar sind die drei Stationen zwischen Erzingian und Erzirum, von denen nur die mittlere einen wirklichen Namen führt: *Ligurti*. Das an der heutigen Hauptstrasse gelegene Dorf *Kurd-Katschak*, welches Hr. Heyd vergleicht, passt schon darum nicht, weil *Katschak* der eigentliche Ortsname, *Kurd* nur der unterscheidende, erst in neuerer Zeit seit der Ausdehnung von Kurdencolonien bis in diese Gegend beigelegte Beiname ist; auch würde die Lage desselben, nach Strecker[1]) an dem ersten auf die Ebene von Erzingian folgenden Bergpasse, dann passender auf die erste Station zu beziehen sein, welche im Texte nur als „Karwanserai im Gebirge", *Gavazera nella montagna*, genannt wird: immer unter der Voraussetzung, dass die damalige Strasse der Richtung der heutigen folgte. Ebensowohl aber kann sie die geradere Richtung weiter nördlich (über den Pass der Sary-Kaja nach Strecker's Karte) eingeschlagen haben; ja dies wird wahrscheinlicher durch den Umstand, dass *Ponte*, doch kaum eine andere als eine Euphratbrücke, bei Pegolotti erst als dritte Station kurz vor Arzeron erscheint, was kaum auf den Übergangspunkt der heutigen Strasse, die bekannte alte Brücke von Kargön bei Mamachatun passt, da dieselbe erheblich näher an Erzingian als an Erzirum liegt; viel eher wird dem ungefähren Werthe der Tagemärsche entsprechend die Euphratbrücke von Aschchala zu verstehen, mithin eine nördlichere Wendung der ganzen Strasse gegenüber der heutigen anzunehmen sein. Es wäre dann *Ligurti*, sofern sich überhaupt dieser Name noch erhalten hat, nördlich des Euphrat nahe seiner nordwestlichsten Biegung mitten zwischen Erzingian und Erzirum zu suchen, d. h. in einer Gegend,

---

Altköi und Aladjachan nur streift, nennt den sie durchfliessenden Bach *Gerdjenis-Su*; denselben Namen giebt auch Strecker dem Oberlaufe des Kaimak-Su.

[1]) Ztschr. f. Erdk. XI (1861) S. 264, vgl. Tschihatscheff ib. VI. p. 296,317.

che auch nach Strecker's verdienstlichen Arbeiten sehr unvoll-
ndig bekannt und vielleicht erst im letzten russischen Kriege
auer recognoscirt ist, worüber uns bis jetzt Nachrichten noch
len.

Die vor und nach *Arziron* von Pegolotti genannten *Bagni* fin-
Hr. Heyd unbedenklich in den natürlichen Thermen von Ilidja
Hassankalé, 3 St. westlich und 7 St. östlich von Erzirum wie-
. Wäre diese Erklärung richtig, so würde die armenische Haupt-
it eine Ausnahme machen von der bei den andern Grossstädten,
astia und Erzingian, ausdrücklich bezeugten Einrichtung eines
maligen Zolles: *all' entrare, dentro la città, all' uscire,* die auch
Tabrîz bezeugt wird durch die Angabe, Ghasan Chan habe
Ein- und Ausgang der Stadt zum Gebrauch der daselbst den
l entrichtenden Kaufleute Bäder erbauen lassen[1]). Ähnliche
diesen Zwecken in den Vorstädten angelegte Anstalten werden
daher auch unter den beiden *Bagni d'Arzerone* zu verstehen
en.

So wird passender die Nachbarschaft des ebengenannten Has-
kalé für die folgende, östlich von Arzeron bei Pegolotti ge-
nte Station *Polorbecch* frei. Denn dieser Form entspricht, wie
h Pater Leo Alishan in Venedig, der gelehrteste lebende Kenner
armenischen Alterthums belehrt, der an dieser Stelle von dem
enischen Historiker Sebêos genannte Ortsname *Polorabahag,* d. i.
e Feste, dessen adjectivische Hälfte sich in dem benachbarten, zu
im Kriege von 1878 durch die russischen Topographen verzeich-
en Dorfe *Polur* erhalten hat[2]). Das alte Itinerar trifft gerade
r auf eine für die Zollerhebung besonders geeignete Stelle, näm-
die oft beschriebene, nach ihrem Baustyle sammt dem anlie-
den Karwanserai aus dem Mittelalter herrührende Brücke von
ben Bogen über den Araxes, nach welcher das in neuerer Zeit
eben entstandene türkische Dörfchen Köprüköi benannt ist[3]).

Hiermit ist nun Yule's bereits von Heyd zurückgewiesene Be-

---

[1]) d'Ohsson, hist. d. Mongols IV. 276.

[2]) Die vorläufige Mittheilung dieser noch unedirten Mappirungen ver-
ke ich der besonderen Güte des Hrn. Generals Stebnitzki in Tiflis.

[3]) Den von Ritter, Asien X. 393 ff. gesammelten Zeugnissen ist aus
teren Berichten nichts zuzusetzen.

ziehung des folgenden Pegolottischen Namens *Sermessacalo* auf e
nur für diese Hypothese fingirtes, nirgend bezeugtes (*Serai-*) *H*
sankale beseitigt; auch der von ihm aus dem Pilgerbuche d
Oderico von Pordenone (um 1320) herangezogene Parallelna
Sarbisacalo spricht gegen jene Identification, denn der Mönch nen
diese einzige Station zwischen Arziron und Tauris, welche er au
drücklich als eine Anhöhe bezeichnet, in Verbindung mit dem hoh
Berge, auf welchem die „Arca Noe" ruhe, d. h. an der Stelle, w
er von Westen kommend zuerst den mächtigen Schneegipfel d
Masis (des von uns missbräuchlich sogenannten Ararat) zu Gesic
bekam. Dadurch wird jede Örtlichkeit in der Nähe von Ha
kale und überhaupt in der Thalebene von Pasin ausgeschlos
erst auf der Höhe der Bergkette, welche dieselbe vom Quellbec
des oberen Euphrat-Ostarmes trennt, an dem Passe welcher h
gewöhnlich nach dem benachbarten Dorfe Delibaba genannt wi
tritt jener vorher durchaus verdeckte und entfernte Gipfel in d
Grenze der Sichtbarkeit. Diese Passlandschaft, früher nur
ihren Hauptzügen bekannt, ist im letzten Kriege, namentlich
Frühling 1871 von russischer Seite ausreichend durchforscht u
kartographisch verzeichnet worden, ohne eine Spur jenes Nam
zu ergeben, der somit einer der in den vielfachen Kriegen m
kurdischen Guerrillas gänzlich untergegangenen Ortschaften a
hört haben muss, übrigens von jedem des Türkischen kundi
leicht als das fast unveränderte Appellativ *Sarymsakly* „Knobla
feld" — ein auch in Kleinasien häufig wiederkehrender Ortsname
erkannt werden wird.

Hiernach ist es nicht mehr zulässig, in dem der eben gena
ten Passhöhe dicht benachbarten Dorfe *Hadji-Chalil* oder viel
nur in der ersten Hälfte dieses Namens, welche dem Sinne n
etwa dem christlichen „Sanct" entsprechen würde unter Nic
beachtung des eigentlichen örtlichen Personennamens *Chalil* u
Hrn. Heyd den folgenden Stationsnamen bei Pegolotti, *Aggia* wie
derzufinden. Der Zusatz des Autors bei einer zweiten Zollstät
a mezzo delle piane d'Aggio, weiset vielmehr weiter östlich, in d
vom oberen Ostarme des Euphrat durchströmte hohe Thalebene
nur fehlt uns auch hier ein correspondirender heutiger Name, d
der jetzt ortsübliche und in seiner volleren Form *Vagharschabad*
schon ins armenische Alterthum hinaufreichende Name jener Ebe
Alaschgerd nicht wohl so stark zusammengezogen werden konnte

So erst schliessen sich den Ortslagen entsprechend die beiden folgenden Stationen *Calacresti* und *Tre chiese* an, welche schon Yule richtig für die noch jetzt gewöhnlichen Haltpunkte, Karakilisse und Utschkilisse (türk.: „drei Kirchen") erklärt hat. Nur mit der nächsten *„sotto l'arca Noë"* gehen beide neueren Commentatoren zu weit östlich, indem sie sie bei der, wie es scheint erst in sehr neuer Zeit erwachsenen türkischen Grenzstadt Bajezîd suchen, statt auf der Wasserscheidehöhe zwischen derselben und Diadin nahe den Euphratquellen, wo der durch eben diese Vorberge dem von Westen kommenden Reisenden längere Zeit verdeckt gewesene Gipfel des sogenannten Ararat wieder in voller Grösse sichtbar wird. Bajezîd selbst, obwohl jetzt seit längerer Zeit Sitz eines Pascha, wird von der persischen Hauptstrasse nicht einmal berührt, sondern südwestlich umgangen, wo das auf den russischen Karten verzeichnete Dorf Karakand[1]) genau der nächsten Pegolottischen Station *Scaracanti* entspricht. Überhaupt müssen wir uns hier, um den mittelalterlichen Strassenzug wiederzufinden, durchaus, wie schon von Erzerum her, an die noch jetzt in lebhaftestem Gebrauche befindliche Linie halten, wie dieselbe bedingt ist durch eine Reihe wasserreicher, wohlangebauter, nur durch mässige Sattelpässe voneinander geschiedener Hochthäler, zuerst nahe der westlichen Grenze der jetzigen persischen Provinz Aderbeidjân verlaufend, dann im Norden des Sees von Urmia mit mehr östlicher Richtung nach Tabrîz umbiegend und als seit Jahrhunderten unverändert bezeugt durch mehrere dem späteren Mittelalter angehörige Bauwerke von Karwanseraien und Brücken[2]). Dagegen erstreckt sich östlich von diesem Strassenzuge gegen den Araxes eine wasserarme, nur sporadisch bewohnte Steppenfläche, welche von grösseren Verkehrswegen unberührt bleibt und wohl stets geblieben ist. In diese Wüste mit grossem Umwege das Itinerar Pegolotti's zu

[1]) Ebenso in einem, im vierten Jahrzehnt d. Jahrh. vom Capitain Laguiche aufgenommenen Routier (handschriftlich im Depôt de la Guerre zu Paris von mir eingesehen).

[2]) Dies und das folgende — wie es sich ähnlich auch schon aus Jauberts und Moriers von Ritter benutzten Schilderungen ergab — wesentlich nach mündlichen Mittheilungen des verstorbenen Hrn. Nik. v. Chanykoff, vgl. auch O. Blau, Commercielle Zustände Persiens, p. 210.

verlegen, haben sich die letzten Erklärer [1]) durch die *piane di fiume rosso* verleiten lassen, indem sie das letzte Wort für eine umdeutende Entstellung aus dem Namen *Araxes*, in neuerer Form *Arás*, erklären. Aber der „rothe Fluss", den sie vergeblich gesucht haben, existirt wirklich als südlicher Zufluss des Araxes unmittelbar bei der Stadt Choi und ist mit gleichbedeutendem türkischen Namen als *Kyzyl-tschai* in der schon während des Krieges von 1829 ausgeführten russischen Recognoscirung verzeichnet, welche fragmentarisch, wie sie vor der Hand bleibt, in die grosse zu Tiflis 1869 publicirte Karte der kaukasischen Länder (Sect C, 5. 6 D, 6) aufgenommen worden ist. Dass nur die Ebene, in welcher Choï liegt, nicht die Stadt selbst im Itinerar genannt wird, erklärt sich aus der Jugend derselben, die noch keinem der älteren Reisenden und orientalischen Geographen bekannt ist.

Von den übrigen Zwischenstationen scheinen sich die beiden zwischen dem rothen Flusse und Tauris, *Condro* und *Sandoddi* geschrieben, in den nach N. v. Chanykoff noch wohlerhaltenen alten Zollhäusern bei den Dörfern Chanadan und Schahnadjan nahe dem Nordufer des Urmia-Sees erhalten zu haben, während die zwischen Scaracanti und dem rothen Flusse genannten: *Locche* (etwa Schreibfehler statt *bocche* „Engpass"?), *Piana de' Falconieri* (sicher nur Übersetzung eines einheimischen Namens, etwa Doghandji-Owa) und *li Camuzoni* entweder untergegangen sind oder doch in Ermangelung specielleren topographischen Materials sich für jetzt noch jeder Nachweisung entziehen. [2])

Nicht unbemerkt darf bleiben, dass für die Osthälfte des ganzen Weges sowohl die gesicherten Einzelabstände, als das Verhältniss der Gesammtlänge zur Zahl der Stationen für dieselben das für eine Karawane zulässige mittlere Maass eines Tagemarsches von 5 bis 5½ deutschen Meilen (37—40 Kilom.) ergeben, während es für die Westhälfte, namentlich die Strecke zwischen Sivás und Erzingian (immer die Vollständigkeit der Stationen im Texte vorausgesetzt) erheblich grösser ausfallen würde. Damit hängt wohl

[1]) Yule II p. 301. Heyd II p. 117.

[2]) Vielleicht gelingt dieselbe dem Oberinspector der persischen Telegraphen, Hrn. General Houtum-Schindler, den ich besonders darum ersuche, da er, wie er mich soeben benachrichtigt, jetzt mit topographischen Aufnahmen in Aderbeidjan beschäftigt ist.

zusammen, dass bei allen Stationen von Sarmessacalo bis Tauris die Erhebung einer Beisteuer für die Wachtposten (*tantaullaggio*) ausdrücklich bemerkt wird, während diese Einrichtung in der Westhälfte der Strasse nur ausnahmsweise hie und da vorkommt; diess deutet auf grössere Sicherheit in den vorzüglich von Armeniern bewohnten Landstrichen, gegenüber den schon damals durch kurdische Nomaden heimgesuchten östlicheren, in welchen Sicherheitswachen im Abstande von je einer Tagereise ebenso nöthig sein mochten, wie sie es nicht nur in derselben Gegend, sondern noch viel weiter westlich nach Kleinasien hinein, heutzutage sind.[1])

[1]) Nachträglich zu S. 903 bemerke ich, dass mich soeben P. Alishan (vgl. S. 909) brieflich auf das Vorkommen des Namens *Gobidar* in Karten des 15. und 16. Jahrh. verweist und aus dem armenischen Autor Mathêos von Edessa eine Stelle anführt, worin die Lage des Ortes im Gebiete von *Maraba* angegeben wird. Das kann aber nach dem ganzen Zusammenhang nicht das schon durch Hrn. v. Moltke in unsrer Karte von 1844 verzeichnete Maraba nahe nördlich von Albistan sein (vgl. die Kartenskizze). Auch die Karten von Ortelius u. a. die den Namen nur nach sehr unbestimmten, vermuthlich aus venezianischer Quelle herrührenden Nachrichten aufgenommen haben können, beweisen nichts für die wirkliche Lage, da in ihnen auch andere Orte von bekannter Lage in wilder Unordnung umgestellt erscheinen, z. B. das an der Küste zwischen Ajas und Alexandrette liegende *Pajas* tief im Binnenlande.

In der gleichzeitigen *Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse* fand ausschliesslich Verhandlung geschäftlicher Angelegenheiten Statt.

Am 24. October starb

Hr. Eduard Heine

in Halle, correspondirendes Mitglied der physikalisch-mathematischen Klasse.

27. October. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Dillmann las folgende Abhandlung:

Über das Kalenderwesen der Israeliten vor dem babylonischen Exil.

Während man früher auf Grund von Ex. 12, 2 f. ziemlich allgemein angenommen hatte, dass die Israeliten seit Mose's Zeit ihr Jahr mit dem Frühlingsmonat begonnen, daneben aber für agrarische und bürgerliche Zwecke die ältere Sitte des Jahresanfangs im Herbst forterhalten haben, ist diese Ansicht durch die Kritik des Hexateuch's, auf welchen sie hauptsächlich gegründet war, neuerdings stark ins Wanken gekommen. Im Hexateuch nämlich finden sich viele (über 30) Datirungen, in welchen die Monate nicht mit Namen benannt, sondern mit Ordnungszahlen, und zwar vom Frühlingsmonat als erstem Monat ab, bezeichnet sind. Diese sämmtlichen Datirungen nach Monaten und Tagen gehören demjenigen Theil des Hexateuch's, welchen man neuerdings die Priesterschrift nennt, oder (wie Deut. 1, 3) einem von demselben abhängigen Redactor an. Diese selbe Datirungsweise findet sich ausserdem nur[1]) noch in den Büchern der Propheten Jeremja und Ezechiel, in dem frühestens in der Mitte des Exils verfassten Buch der Könige, so wie in den nachexilischen Schriften. Da liegt es nun nahe genug, die Schriften, in welchen die gleiche Datirungsweise sich findet, auch der Zeit nach zusammenzurücken d. h. die genannte Buchschichte des Hexateuch's, deren Ursprungszeit unsicher ist, in das Zeitalter der andern, deren Ursprung bekannt ist, herabzurücken, zumal da sämmtliche[2]) Datirungen in jener Schichte nicht auf geschichtlicher Überlieferung, sondern auf Berechnung des Schriftstellers oder auf gesetzlicher Bestimmung beruhen. Verstärkt wird diese Vermuthung durch die Beobachtung, dass wo sonst in vorexilischen Schriften bestimmte Monate erwähnt sind, diese nicht

[1]) Joel 2, 23 gehört nicht hieher. [2]) am ehesten könnte man noch für Num. 33, 3 eine geschichtliche Erinnerung, dass Israel in der Vollmondszeit des Frühlingsmonats aus Ägypten ausgezogen sei, annehmen, aber auch hier wäre die Formulirung „am 15ten des ersten Monats“ erst Sache des Schriftstellers.

gezählt, sondern mit Namen benannt sind (nämlich חֹדֶשׁ הָאָבִיב Ex. 23, 15. 13, 4. 34, 18. Deut. 16, 1; חֹדֶשׁ זִו 1 Reg. 6, 1 oder יֶרַח זִו 6, 37; יֶרַח בּוּל 1 Reg. 6, 38; יֶרַח הָאֵתָנִים 1 Reg. 8, 2), so wie dass selbst in gewissen alten, sicher vorexilischen Gesetzesschichten der Jahreswechsel ausdrücklich in den Herbst verlegt zu werden scheint (Ex. 23, 16. 34, 22, vgl. mit Lev. 23, 24. 25, 9). Gestützt auf solche Beobachtungen hat man neuestens behauptet, dass die älteren Israeliten durchaus das Jahr mit dem Herbst begonnen und ihre Monate mit Namen benannt haben, die Verlegung des Jahresanfangs auf den Frühlingsmonat aber und damit in Zusammenhang die Bezeichnung der Monate mit Zahlen erst im Exil, durch Einfluss der babylonischen Datirungsweise, bei den Juden Eingang gefunden habe; ja man ist so weit gegangen[1]), diese Behauptung selbst wieder als Beweis für den nachexilischen Ursprung der s. g. Priesterschrift zu verwerthen. Wie weit diese Behauptung gegründet sei, wie weit nicht, beabsichtige ich hier zu erörtern.

Was zuerst die Frage nach dem Anfangspunkt des altisraelitischen Jahres betrifft, so schrumpfen die angeblichen vielen Beweise für den Herbstanfang des Kalenderjahrs in vorexilischer Zeit bei näherer Besichtigung auf ein Minimum zusammen. Zunächst in der ältesten Gesetzesstelle, die hierher gehört, Ex. 23, 16 wird allerdings das Herbstfest (später Laubhüttenfest genannt) בְּצֵאת הַשָּׁנָה „in den Ausgang des Jahres" und übereinstimmend damit in einer jüngeren Wiederholung desselben Festgesetzes Ex. 34, 22 in die תְּקוּפַת הַשָּׁנָה „in die Wende des Jahres" gesetzt, also ein Jahr vorausgesetzt, das mit dem Herbst endigt und darnach neu beginnt. Die Frage ist nur, ob das ein Kalenderjahr war. Das Fest ist das Fest der Einsammlung der Herbstfrüchte. Selbst in den wärmsten Gegenden Palästinas fällt höchstens der Beginn der Weinlese noch in den September; insgemein aber, zumal in den kälteren Gegenden, geht sie erst in, auch nach der Mitte Oktobers vor sich[2]). Ganz dem entsprechend setzt auch die s. g. Priesterschrift jenes Fest auf den 15—21ten des 7ten Monats d. h. des die 2te Jahreshälfte beginnenden Monats fest (Lev. 23, 34 ff.), während von Jerobeam I berichtet wird, dass er dasselbe gar erst vom 15ten des

[1]) Wellhausen Geschichte Israels I. 111 ff. 338 f. [2]) Buhle calendarum Palaestinae p. 49 f. Walch calend. Pal. p. 39 ff. (Comment. II. 594). Knobel-Dillmann Commentar zu Lev. 23, 39.

8ten Monats an zu feiern verordnete (1 Reg. 12, 32). Dass das nicht etwa willkührliche Neuerungen gegenüber von der in dem älteren Gesetz vorgeschriebenen Festsitte waren, dafür bürgen in diesem Falle die Naturverhältnisse des Landes. Ist das aber so, dann folgt von selbst, dass das Jahr, an dessen Ausgang dieses ältere Gesetz das Fest zu feiern befiehlt, kein Kalenderjahr war. Von einem Kalenderjahr, das erst Ende Oktober oder im November begann, hat man nirgends, auch bei anderen Völkern nicht, eine Spur. Vielmehr kann mit den Worten dieser ältesten, ohnedem ganz populär gehaltenen gesetzlichen Bestimmung eben nur ein ökonomisches Jahr gemeint sein. Für den Landbauer geht sein Jahr naturgemäss mit der Ableerung der Felder und Gärten zu Ende und beginnt mit der Ackerbestellung und Aussaat das neue. Wo der Hebräer von den Jahreszeiten oder genauer von den beiden Jahreshälften, in welche ihm das Jahr zerfällt, redet, da mag er nach Belieben die warme und Erndte-Zeit (Jes. 18, 6. Zach. 14, 8. Ps. 74, 17), oder, wie es häufiger der Fall ist, die kalte und Saat-Zeit (Gen. 8, 22. Ex. 34, 21. Prov. 20, 4. Am. 3, 15) voranstellen; dass er aber sein Arbeitsjahr mit der Erndte, statt mit der Pflügezeit begonnen hätte, das wäre unnatürlich und unerhört (s. auch noch Deut. 11, 11 f. „vom Anfang bis zum Ende des Jahres). Dem entspricht gut, dass auch das s. g. Ruhejahr, in welchem Grund und Boden unbebaut liegen soll, im Spätherbst (s. zu Lev. 25, 4. 9 ff. 20 f.) begann. Dieses Jahr nun, von dem in diesen Stellen die Rede ist, war von den Jahrpunkten unabhängig und seinem Anfang nach in diesen alten Zeiten gewiss niemals auf einen bestimmten Kalendertag fixirt. So weit später, im Zusammenhang mit den religiösen Festgesetzen, ein solcher bestimmt wurde (Lev. 25, 9 ff.), so wurde dazu nicht etwa ein Monatanfangstag, sondern ein solcher Tag (der 10te des 7ten Monats) gewählt, welcher kalendarisch kein Epochetag war, aber aus andern Gründen bedeutsam erschien. Ist das aber so, so lässt sich eine Datirung der Tage und Monate nach dem Anfang dieses ökonomischen Jahres weder erwarten, noch erscheint irgend wo eine Spur davon; an eine Neujahrfeier vollends nach dieser ökonomischen Jahresrechnung ist gar nicht zu denken. Es sollten demnach jene ältesten Gesetzesstellen als Beweis für ein mit dem Herbst beginnendes althebräisches Kalenderjahr gar nicht mehr erwähnt werden.

Eben so wenig kann man sich[1]) auf 1 Sam. 1, 20 f. für den erbstanfang des Kalenderjahres berufen. Denn wenn hier Elqana n der Festfeier in Silo, wahrscheinlich dem Herbstfest, heimkehrt . 19), dann „auf den Umlauf des Jahres“ (לִתְקוּפַּת הַיָּמִים) seine rau Hanna einen Sohn hat (V. 20) und er nun wieder zum Fest ach Silo hinaufreist, so ist klar, dass zwischen jenen 2 Terminen ngeschlossen das Jahr, von dessen Umlauf hier die Rede ist, ein elatives Jahr (von Fest zu Fest) ist, nicht aber der Ausdruck לח absolut oder gar im kalendarischen Sinn zu nehmen ist (vgl. en. 18, 10). Aber auch zugegeben, die darin enthaltene Zeitestimmung wäre nicht blos relativ, sondern absolut zu nehmen, o würde sie in keiner Weise über die vorhin erörterte in Ex. 23 nd 34 hinausführen, würde vielmehr nur beweisen, was man auch onst vermuthen kann, dass die populäre Art, die Zeit nach Abeerung der Felder und Gärten als Jahresschluss zu bezeichnen, eit und lange verbreitet war.

Auch Jes. 37, 30 führt über diese gemeine Redeweise nicht hinaus, sofern auch hier nur von dem Jahr des Landmanns die Rede ist. Vollends aus Jes. 29, 1. 32, 10 kann gar nichts abgeleitet werden, weil hier, wo vom Zeitpunkt des Redenden aus die Perspective auf Jahresfrist hinaus eröffnet wird, die Relativität dieser Bestimmung offen zu Tage liegt, und binnen eines Jahres allerwege die Feste ihren Kreislauf vollenden, mag man den Ausgangspunkt ansetzen, wo man will.

Mit dem gleichen Recht, wie diese genannten Stellen für den Herbstanfang, könnte man einige andere für den Frühlingsanfang des Jahres anführen. In den Kriegsgeschichten der Königsbücher wird die Zeit, da die Könige zu ihren Feldzügen ausrücken, als die Zeit der תְּשׁוּבַת הַשָּׁנָה „der Wiederkehr des Jahres“[2]) 2 Sam. 11, 1 (1 Chr. 20, 1). 1 Reg. 20, 22. 26. 2 Chr. 36, 10 bezeichnet. Damit kann nur das Frühjahr gemeint sein. Aber man würde zu weit gehen, wenn man daraus schliessen wollte, dass das Kalenderjahr zur selben Zeit begonnen habe. Konnte man nicht, wie für die ökonomischen Verhältnisse das Spätjahr, so für die Feldzüge das Frühjahr als die natürliche Anfangszeit derselben das wieder-

[1]) mit Wellhausen I. 97. 111. [2]) vielleicht auch תקופת השנה „des Umlaufs des Jahres“ 2 Chr. 24, 23, wenn diese Stelle ebenso, wie die obigen, zu verstehen ist. Anders Bertheau z. d. St.

beginnende Jahr nennen, ohne dass nach diesem Anfang allgemein gerechnet wurde? Ganz ähnlich wird noch M. ר"ה 1, 1 der 1te Elûl als Neujahr für die Verzehntung des Viehs oder der 1te Schebat als Neujahr in Beziehung auf die Bäume (für die Verzehntung der Baumfrüchte) bezeichnet. Man sieht daraus nur, dass in diesen älteren Zeiten die einzelnen Lebenskreise für den Kreislauf ihrer Beschäftigungen ihre eigene Zeitberechnung hatten, und eine fest für alle Schichten des Volks gültige kalendarische Datirung noch nicht eingeführt oder wenigstens noch nicht durchgedrungen war.

Anders als mit den bisher besprochenen Stellen, aus welchen über den Anfang des Kalenderjahrs nichts gefolgert werden kann, verhält es sich mit den folgenden. Die Priesterschrift lässt Ex. 12, 2 den Mose verordnen: „Dieser Monat d. h. der Frühlingsmonat sei euch Monateanfang, erster sei er euch unter den Monaten des Jahres". Darin liegt, dass er bisher den Israeliten nicht der erste ihrer Monate war, also da sie doch einen ersten gehabt haben müssen, ein anderer ihr Jahr angefangen hatte. Welcher? darüber gibt diese Stelle keinen Aufschluss. Wenn aber diese selbe Schrift in der Erzählung Gen. 7 f. den Anfang der Sintfluth auf den 17ten des zweiten Monats (7, 11) festsetzt, am 17ten des 7ten Monats den Kasten zum Aufsitzen kommen (8, 3 f.), am 1ten des 10ten die Spitzen der Berge sichtbar werden (8, 5), am 1ten des 1ten Monats im folgenden Jahr die Wasser verlaufen sein (8, 13) und am 27ten des 2ten Monats die Erde ganz abgetrocknet sein (8, 14) lässt, so ist hier nicht blos der ganze Verlauf der Fluth kalendarisch bestimmt, sondern auch, wie schon bei Josephus Alterth. 1, 3, 3, im Targum Jon. und neuerdings fast allgemein mit Recht angenommen wird, der Anfang des Jahres in den Herbst gesetzt, und zwar auf den Neumond (nach) der Herbstgleiche, so dass der zweite Monat dem 8ten nach der Frühjahrsära d. h. dem Marcheschwan entspricht, welcher in jenen Gegenden der eigentliche Beginner der Regenzeit war. Und beiläufig geht aus der Ansetzung des Anfangs der Fluth auf den 17ten des zweiten und des völligen Endes derselben auf den 27ten des zweiten Monats im folgenden Jahr hervor, dass 12 Monate und 11 Tage d. h. ein Sonnenjahr von 365 Tagen gerechnet, also bei der Monatsbestimmung Mondmonate vorausgesetzt sind. Hier zeigt sich somit unzweifelhaft Bekanntschaft mit einem im Herbst anfangenden Kalenderjahr. Dass ein solches bei den Israeliten auch im Gebrauch war, folgt daraus noch nicht. Im Gegen-

heil nach des Verfassers Darstellung müsste der kalendarische Gebrauch eines solchen Jahres seit Mose für die Israeliten für antiquirt erachtet werden. Da aber die geschichtliche Richtigkeit dieser Darstellung der Priesterschrift neuerdings entschieden bestritten und behauptet wird, der Verfasser habe, was erst nach dem Exil vor sich ging, auf die Mosezeit übertragen, so versteht sich, dass man sich nach andern Mitteln, diese Frage zu entscheiden, umsehen muss.

Ein solches liegt vielleicht in Lev. 23, 24 vor. Die Stelle gehört ebenfalls der Priesterschrift an. Hier wird der erste Tag d. h. der Neumondstag des 7ten Monats, der einzige unter allen Neumondstagen, zum Festtag erhoben und befohlen, ihn durch Lärmblasen anzukündigen. Man meint, dass darin eine deutliche Hinweisung auf eine von der priesterlichen Frühjahrsära abweichende Herbstära liege, nach welcher das Jahr mit dem ersten des 7ten Monats begonnen habe, ja nicht blos eine Hinweisung, sondern eine förmliche Anerkennung desselben als des eigentlichen bürgerlichen Neujahrstags, wie ja auch die späteren Juden, wenigstens seit der Annahme der Seleucidischen Ära, ihn als Neujahrstag zu feiern sich gewöhnt haben. In der That kann der Umstand, dass dieser Neumond der siebente und somit, vermöge der Anwendung des Sabbathbegriffs auf die Monate, der Sabbathneumond war, zwar als genügender Grund für seinen Festcharakter gelten, nicht aber für seine Ankündigung durch Lärmblasen. Diese letztere, sonst nur noch für den Anfangstag des für das bürgerliche Leben hochwichtigen Jobeljahrs (Lev. 25, 9) vorgeschrieben, scheint für eine ähnliche Bedeutung dieses Tages zu sprechen. Nur wird man sich hüten müssen zu glauben, dass gerade dieser selbe Tag, dem nach dem auf den Mondlauf gegründeten Kalendersystem der Priesterschrift eine solche Bedeutung zukam, auch im bürgerlichen Leben der alten Zeit als Neujahr galt oder gar gefeiert wurde. Nicht blos das ökonomische Jahr fing sicher später an (s. oben), sondern auch das Kalenderjahr der Herbstära hätte nur dann regelmässig mit dem siebenten Neumond beginnen können, wenn es ein Mondjahr war, was aber nicht erwiesen werden kann und eher zu bezweifeln ist (s. unten). Demnach dürfte es genügen anzunehmen, dass im System der Priesterschrift jene Auszeichnung diesem Tage zuerkannt wurde, nicht weil auf ihn, sondern nur weil in den mit demselben beginnenden Mondmonat der bürgerliche Jahreswechsel

zu fallen pflegte. Immerhin liegt auch so ein Hinweis auf die Sitte, das Kalenderjahr im Herbst zu beginnen, hier vor. Sie zu läugnen, liegt um so weniger ein Grund vor, als sie nicht blos in Syrien alt und weit verbreitet war, sondern auch noch die späteren Juden ein Bewusstsein oder eine irgendwie begründete Überlieferung darüber hatten, dass dieselbe bei den alten Israeliten sich lange fort erhalten habe [1]).

Wirkliche Datirungen nach dieser Herbstära aber haben wir in den alten Büchern (ausser der schon besprochenen und Gen. 7f. enthaltenen) nicht mehr, weil überhaupt in denselben bis auf die Zeit des Jeremja alle und jede genaue Datirung fehlt. Am ehesten könnte man solche in den geschichtlichen Schriften erwarten, aber diese, zu rein religiösen Zwecken zusammengestellt, sind viel zu summarisch gehalten und geben ihre Quellen viel zu verkürzt wieder, als dass genauere Datirungen der Begebenheiten, selbst wenn sie einst üblich waren, in ihnen Aufnahme finden konnten. Nur in der Geschichte Salomo's 1 Reg. 6, 1. 37f. 8, 2 finden sich für gewisse Begebenheiten Monatsangaben, aber aus den dort genannten Monatsnamen, über welche unten noch besonders zu reden ist, kann man gerade die Reihenfolge der Monate und den Anfang der Reihe nicht mehr erkennen.

Selbst über die Frage, ob bei der Rechnung nach Königsjahren die Frühlings- oder Herbstära zu Grund gelegt wurde, kommt man zu keiner sicheren Entscheidung. Wir besitzen nämlich von sämmtlichen Königen beider Reiche Angaben der Dauer ihrer Regierungen. Dass diese Regierungsjahre der Könige nicht etwa selbständig vom Tag des Regierungsantrittes an gerechnet, sondern irgendwie auf das Kalenderjahr reducirt wurden, geht daraus hervor, dass bei allen Königen, welche mehr als 6 Monate regierten, immer nur volle Jahre in Anrechnung gebracht sind. Über das Wie? jener Reduction haben wir keine Nachrichten und sind von den Chronologen darüber verschiedene Ansichten aufgestellt worden; überwiegende Gründe [2]) sprechen für Postdatirung

---

[1]) Joseph. ant. 1, 3, 3: Μωυσῆς τὸν Νισὰν μῆνα πρῶτον ἐπὶ ταῖς ἑορταῖς ὥρισεν. - - ἐπὶ μέντοιγε πράσεις καὶ ὠνὰς καὶ τὴν ἄλλην διοίκησιν τὸν πρῶτον κόσμον (wornach der Marcheschwan als 2ter Monat galt) διεφύλαξεν. Targ. ad 1 Reg. 8, 2: die Alten nannten den 7ten Monat den ersten. [2]) wie sie von Marcus von Niebuhr Geschichte Assurs und Babels 1857 S. 51ff.

. dafür, dass als erstes Jahr eines Königs nicht das Jahr sei-
Thronbesteigung, sondern erst das darauf folgende Kalender-
gerechnet und jenes vielmehr seinem Vorgänger als sein letztes
r zugeschrieben wurde. Möglich wäre freilich auch, dass in
einen Fällen, wenn z. B. ein König gleich einige Tage nach
Jahreswechsel zur Regierung kam oder vermöge eines beson-
n Befehls des Königs ihm das nicht volle Jahr seines Antritts
ein volles und als sein erstes angerechnet worden wäre. Wie
auch sei, für uns hier kommt es nur darauf an, von welchem
min an diese auf das Kalenderjahr reducirten Königsjahre ge-
net wurden, ob vom Frühjahr oder vom Herbst? Wenn Mischna
1, 1 und Talmud bab. ר"ה f. 2[a] und 3[a] und ebenso viele
ere jenen Termin als den 1ten Nisan bestimmen, so geschah dies
l nur in der Voraussetzung, dass weil das Priestergesetz den
resanfang auf den ersten Nisan setzt, dieses Gesetz auch bei
officiellen Rechnung der Königsjahre befolgt worden sein werde;
uns, die wir eben jene Voraussetzung auf ihre Richtigkeit prü-
wollen, hat jene Ansicht keinen Werth. Dagegen scheinen
ge Erzählungen der Alttestamentlichen Geschichtsbücher von
r Passahfeier im so und so vielten Jahr des Königs Rück-
lüsse auf den Beginn dieses Jahres zu erlauben. — Die eine
die Erzählung der Chronik von dem Passah des Hizkia. Wenn
Hizkia in seinem ersten Jahr am 1ten des 1ten (Frühlings-)
nats die Anstalten zur Tempelreinigung trifft, dann aber weil
n erst am 16ten des Monats mit dieser Reinigung zu Ende kam,
Passah nicht mehr im ersten, sondern erst am 14ten des 2ten
nats feiern lässt (2 Chr. 29, 3. 17. 30, 2—15), so ist freilich
ngeben, dass der erste oder Passahmonat nicht nothwendig der
te Monat das 1ten Regierungsjahres Hizkia's gewesen sein muss,
ndern der 7te desselben gewesen sein[1]), also sein Regierungsjahr
dem Tischri begonnen haben kann, aber fragen muss man doch:
rum hat Hizkia dann seine Tempelreinigung nicht einen Monat
her (im Adar) begonnen, damit er im gesetzlichen Monat das
ssah halten konnte? Da man auf diese Frage keine genügende
twort[2]) geben kann, so ist viel wahrscheinlicher, dass der Chro-

---

l von Wellhausen in den Jahrbüchern für deutsche Theologie XX. 1875
620 ff. auseinandergesetzt sind. [1]) so Bertheau zu 2 Chr. 29, 3.
Was die Talmudisten und noch Grätz Geschichte der Israeliten 1874

niker seine Neudarstellung einer älteren Nachricht über eine von Hizkia in seinem ersten Jahr vorgenommene Tempelreinigung und Passahfeier, allerdings von der Ansicht aus entwarf, dass das erste Regierungsjahr des Hizkia mit dem Nisan begann. Man wird aber diese seine Ansicht nicht ohne Weiteres als historisches Zeugniss verwerthen dürfen; sie beweist nur, was man auch sonst weiss, dass man zur Zeit des Chronikers in dem guten Glauben an die Allgemeingültigkeit des Priestergesetzes schon für die Königszeit stand und deshalb auch den Anfang der Königsjahre sich nicht anders als mit dem 1ten Nisan denken konnte. — Beweiskräftiger scheint die Erzählung[1]) im Königsbuch über Josia. Wenn im 18ten Jahr dieses Königs das Deuteronomium aufgefunden, auf Grund desselben die Ausrottung aller Zeichen des Götzendienstes vorgenommen und schliesslich Passah gefeiert wurde (2 Reg. 22, 3 ff. 23, 22 f.), so ist klar, dass die Regierungsjahre des Königs entweder vom Kalenderdatum seines wirklichen Regierungsantritts[2]) oder vom Herbstmonat an datirt sind. Da das erstere nach dem Obigen nicht wohl angenommen werden kann, so wird das zweite richtig sein[3]). Wird aber zu Josia's Zeit für die Datirung der Königsjahre die Herbstära zu Grund gelegt, dann ist der Schluss nahe gelegt, dass es auch vor Josia so gehalten wurde. Dieser Beweis aus dieser Stelle müsste bündig erscheinen, wenn die Angabe 2 Reg. 23, 22 f., dass das Passah im 18ten Regierungsjahr des Königs statt fand, aus der Geschichtsquelle des Redactors des Königsbuches stammte, wie 2 Reg. 22, 3 f. daraus stammt. In Wahrheit aber gibt 2 Reg. 23, 22 f. blos eine Reflexion des Redactors, und ist darum die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass derselbe blos irrthümlich oder der Kürze halber das 18te Jahr nannte,

---

Bd. 1 S. 477. 481 behaupten, dass es sich damals um Einschaltung eines Monats, ja um Einführung des Einschaltungssystems gehandelt habe, ist sogar gegen den Text. [1]) welche auch Wellhausen Geschichte Israels I. 112 für seine Sätze anführt. [2]) wie noch Thenius zu 2 Reg. 23, 23 annimmt. [3]) Dagegen zeugt auch nicht die Angabe der LXX zu 2 Reg. 22, 3, dass die Auffindung des Gesetzbuches im 8ten (var.: siebenten) Monat seines 18ten Regierungsjahres geschah; denn wenn im 18ten Jahr auch sein Passah war (2 Reg. 23, 23), so ist klar, dass der Monat, der hier nach der Priesterära der 8te heisst, nach der Aera der Regentenjahre der 2te (Marcheschwan) gewesen sein muss.

er genauer das 19te hätte nennen müssen. — Indessen kann
n vielleicht das hier obwaltende Dunkel noch von einer andern
te her aufhellen. Aus der Endzeit des jüdischen Staates haben
nämlich noch eine ziemliche Zahl von Synchronismen judäischer
nigsjahre mit den Regierungsjahren des Nebucadnezar im Königs-
h und bei Jeremja[1]). Es wird dort das 4 Jahr Jojaqim's mit
n 1ten des Nebucadnezar (Jer. 25, 1), dass 11te Joj. mit dem 8ten
b. (2 Reg. 24, 12 vgl. mit 23, 36. 24, 8), das 10te Zedekia's mit
s 18ten Neb. (Jer. 32, 1), das 11te Zedekia's (im 5ten Monat nach
Frühlingsära) mit dem 19ten Neb. (2 Reg. 25, 2. 8. Jer. 52, 12)
ichgestellt. Da nun die babylonischen Königsjahre ohne Zweifel
n Frühlingsmonat ab gerechnet wurden, so scheinen diese Gleich-
lungen dafür zu sprechen, dass auch die Judäer ihre Königs-
re ebenso rechneten. Es müsste dann gegenüber dem vorhin
i 2 Reg. 23 erschlossenen Ergebniss angenommen werden, dass
en das Ende des 7ten Jahrhunderts v. Ch. bei ihnen eine Ände-
g Platz gegriffen und sie die Königsjahre nun vom Frühjahr ab
ählt hätten, etwa im Anschluss an die Zählung der babyloni-
en Oberherrn. Nun setzt aber derselbe Jeremja in Jer. 46, 2
i Jahr der Schlacht bei Karkemisch d. h. das 21te oder letzte
hr Nabopolassars, des Vorgängers Nebukadnezars, ebenfalls in
i 4te Jahr Jojaqim's. Das ist blos möglich, wenn nur die 2te
lfte des jüdischen Königsjahrs der ersten Hälfte des babyloni-
en entsprach d. h. wenn das jüdische vom Herbst, das babylo-
che vom Frühjahr ab gezählt wurde[2]). Dieser Annahme wür-
n sich auch die zuvor besprochenen Synchronismen fügen[3]), so-
n die in den 3 letzten derselben berücksichtigten Ereignisse in

---

[1]) s. M. v. Niebuhr S. 85 f.; Wellhausen in den Jahrb. XX. 623. Die Lösung der Schwierigkeit bei M. v. Niebuhr S. 86 ist jedenfalls als twidrig zu verwerfen. [2]) Auch von den nicht-jeremjanischen Stellen : 52, 28 f. würde sich die eine Jer. 52, 28 — wenn man mit den Neuern für 7 liest — in Anbetracht von 2 Reg. 25, 1 wohl noch fügen, aber benfalls Jer. 52, 29, weil die im 4ten Monat (Jer. 52, 6) erfolgte Erobe-g Jerusalems unmöglich zugleich ins 19 u. 18te Jahr des Nebucadnezar etzt werden kann. Über den Grund der darin erscheinenden abweichen-n Zählungsweise der Jahre Nebucadnezars, welche dann später bei Jose-s durchherrschend wurde, s. M. v. Niebuhr S. 59 u. über 2 Reg. 25, 27 nda S. 52. 87 f.

den Sommer fallen, und die in Jer. 25, 1 fixirte Zeit füglich ½ Ja
nach der Schlacht bei Karkemisch angenommen werden kann. Sel
Ez. 33, 21 liesse sich die massoretische Lesart 12 (בעשרה) v
dieser Voraussetzung aus vertheidigen und wäre die vom syrisch
Übersetzer und den Neueren beliebte Änderung in 11 (בעשתי
nicht nothwendig. Immerhin ist diese Erklärung der Differenz d
Jeremjastellen in der Zurückführung der babylonischen Königsjahr
auf die judäischen der Annahme eines Irrthums [1]) Jeremja's i
Jer. 46, 2 (als hätte er geglaubt, dass im Jahr der Schlacht b
Karkemisch Nebucadnezar schon König gewesen sei) vorzuziehen.

Aus dem Vorstehenden wäre also das Ergebniss, dass di
Israeliten in ihrer Königszeit ein mit dem Herbstmonat beginnen
des Kalenderjahr kannten, und wahrscheinlich auch bei der Zäh
lung ihrer Königsjahre darnach rechneten [2]). Es wäre aber höchst
voreilig, nun zu behaupten, dass sie nur dieses mit dem Herbst
beginnende Kalenderjahr hatten und kannten. Nicht blos rechnen
die Festgesetze des Pentateuch nicht nach einem solchen Kalender
jahr, wie sich oben gezeigt hat, sondern legen sogar lautes Zeug
niss für ein anderes Kalenderjahr ab. Ich spreche natürlich hier
nicht von den Festgesetzen der Priesterschrift, von denen sich das
von selbst versteht, sondern von den übrigen, an deren vorexili
scher Abkunft bis jetzt Niemand gezweifelt hat. Sie alle, das
älteste (Ex. 23, 14—16), das jahvistische (Ex. 34, 18—22), das
deuteronomische (Deut. 16, 1—17) gehen vom Passah-Mazzothfest
aus und schliessen mit dem Laubhüttenfest, ganz wie die Priester
schrift. Man sieht daraus: es gab nie eine andere Ordnung. Diese
Thatsache, welche gewöhnlich in ihrer Bedeutung gar nicht ge
würdigt wird, spricht deutlich. Bei allen alten Völkern waren es
zuerst und zumeist die Priester, welche das Kalenderwesen in die
Hände nahmen zum Zweck der Ordnung der Feste, deren richtige
Feier ihrer Hut anvertraut war. Hätten die israelitischen Priester

---

[1]) Winer bibl. Realwörterbuch [3] II. 143. [2]) Von den da und dort zu lesenden Behauptungen, dass die Israeliten vom Nordreich und die Judäer vom Südreich verschiedene Jahreszählung hatten oder dass im Lauf der Königszeit im einen oder andern Reich die Zählungsweise gewechselt worden sei (z. B. Grätz, Floigl), sehe ich ab, weil sie nicht beweisbar sind und nur ersonnen, um die Schwierigkeiten des Synchronismus der israelitischen und judäischen Königsjahre zu beseitigen.

r eine mit dem Herbstgleichemonat beginnende Jahresordnung kannt, so hätten sie ihre Festcataloge mit dem Hüttenfest be-nnen; dass sie das nicht thaten, sondern mit dem Passa-Mazzoth-t anfiengen, beweist, dass sie einen andern Ausgangspunkt ihres hres hatten. Schon darum kann nicht davon die Rede sein, dass n Jahresbeginn mit dem Frühjahr erst die exilischen Juden von n Babyloniern entlehnt hätten [1]).

Doch hängt dies aufs engste zusammen mit der Frage nach ren Monaten, auf die wir nun übergehen.

Die sogenannten althebräischen Monatsnamen (s. oben S. 915) ren ohne Zweifel nicht althebräische, sondern kenaanäische: ei derselben sind in phönikisch-cyprischen Inschriften wieder funden, nämlich בל in der Inschrift des Eschmunazar und in prischen Inschriften [2]) und ירח אתנם in einer erst kürzlich entdeck-a cyprischen [3]); andere semitische Völker, die Babylonier, Syrer, aber, Sabäer, Äthiopen hatten jedes wieder andere Namen. Dass Phöniken sie nicht von den Israeliten angenommen haben, wird cht zugegeben werden; vielmehr werden die Israeliten sie bei rer Ansiedlung in Kenaan im Lande vorgefunden und wie so les Andere in Sitten und Gebräuchen von den Einheimischen genommen haben. Wenn in dem Bericht der vom Redactor des nigsbuchs zu Grund gelegten Quellenschrift über den Bau des lomonischen Tempels und seine Einweihung nach diesen Mona-n gerechnet war, so können wir füglich an dem gemeinen Ge-uch dieser Namen bei den Israeliten nicht zweifeln, und Deren-urg's [4]) Vermuthung, dass jene Quellenurkunde von phönikischen meistern Salomo's geschrieben sein werde, ist ebenso unnöthig e unzulässig. Verhält es sich aber mit dem Namen Bul und hanim so, wie gesagt, so wird das auch bei dem dritten, Ziv, r Fall sein, und selbst bei dem vierten, welcher nicht in jener elle, wohl aber in sämmtlichen, nicht aus der Priesterschrift

---

[1]) Haben etwa auch die Araber, welche nach Simplicius Comm. in ysica Aristot. (lib. 5, f. 205, a der Aldina, Venet. 1526) und dem Hemero-sium (Ideler Handb. der math. und techn. Chronologie I. 437) ihr Jahr t der Frühlingsnachtgleiche begannen, dies von den Babyloniern entlehnt? [2]) Corpus Inscript. Sem. I, 1. N. 3 u. 10 u. 90 p. 13 ff. u. 36 u. 107. [3]) ebendort Nr. 86[A] p. 93 f. [4]) in Revue des études Juives No. 3. 1881 124 ff.

stammenden Festgesetzen des Pentateuch vorkommt, nämlich Abîb[1] haben wir bis jetzt wenigstens keinen Grund, es zu bezweifeln. Diese sämmtlichen Namen aber weisen, wie man längst erkannt hat, durch ihre Bedeutung, welche noch ziemlich durchsichtig ist, auf die klimatischen und ökonomischen Verhältnisse des Landes hin. Der Monat Abib ist der Monat der reifenden Ähren; Siw der in 1 Reg. 6, 1 mit dem zweiten Monat des israelitischen Mond jahres gleichgestellt wird, ist der Blumenmonat, Ethanim, dem sie benten gleichgestellt, der Monat der perennirenden Bäche, d. h. de Monat, in welchem nur noch diese Wasser haben; Bul, gleich der achten, der Regenmonat[2]). Die andern phönikisch-cyprischen Mo natsnamen, soweit man sie wiedergefunden hat, nämlich מרזא[3]), כרר[4]), .מס[5]), ...זבחשמש[6]), [7]), sind leider, weil man ihre Stel lung im Jahr nicht kennt, nicht mit gleicher Sicherheit zu deuten nur von dem letzten dürfte es für mehr als wahrscheinlich gelten dass er von den in ihm dem Sonnengott gebrachten Opfern herg nommen sein wird, wie vielleicht auch מרזא mit dem [8])

---

[1]) Dass אָבִיב im AT. nur mit dem Artikel und nur in Verbindung mit חֹדֶשׁ zu belegen, auch seine Bedeutung noch ganz durchsichtig ist, hindert nicht, dass es auch schon Monatsname gewesen sein kann; der Fall ist nicht anders als bei אתנים.

[2]) Diese Bedeutungen, theilweise schon vom Targum und den jüdischen Auslegern angegeben, sind etymologisch tadellos und sachlich zutreffend, was sie, was man zu bezweifeln nicht den mindesten Grund hat, im hebräischen Text auf die Monate des gebundenen Mondjahres der Priesterschrift richtig zurückgeführt sind. Die Deutung des Bul auf die Einsammlung der Früchte im Targum passt schon sachlich nicht; die Deutung „Gewächsmonat", in welchem bei beginnender Regenzeit das Gewächs neu aufsprosst (Schlottmann Inschrift des Eschmunazar S. 84 f.; Riehm Handwörterbuch des bibl. Alterthums S. 1014), passt sprachlich nicht, da יבל, בול nicht sprossen bedeutet. Auch die Auslegungen des Ethanim als Gaben (Thenius) oder Stillstand wie Solstitium (Böttcher neue Ährenlese II. 68) sind haltlos.

[3]) Corp. Inscr. Sem. I, 1 Nr. 11 p. 40 f.; oder מרזאח Mel. 2 l. 2; Carth. 11 l. 5 (Gesen.). [4]) CIS. I, 1 Nr. 92 p. 109. [5]) CIS. I, 1 Nr. 4 p. 21. [6]) CIS. I, 1 Nr. 88 p. 102, was Berger und Renan nach CIS. I, 1 Nr. 86[b] p. 97 f. jetzt zu שעלת (Name des 6ten Monats) herstellen wollen. [7]) ZDMG. XXXV 426 u. CIS. I, 1 Nr. 13 p. 42. [8]) CIS. I, 1 Nr. 41 p. 61. Eine andere Erklärung bei Movers Phön. II. 2 S. 212.

Verbindung steht. Indessen schon die Namen, welche oben ge-
ıtet sind, genügen zum Beweise, dass sie nicht für Monate eines
ndjahres geschöpft sind. Nicht für die Monate eines freien
ndjahrs, das versteht sich von selbst; aber auch nicht für die
nate eines gebundenen Mondjahrs, denn das Bedürfniss, die
reszeiten und ihre Unterabtheilungen zu benennen, ist, zumal
einem ansässigen und Landbau treibenden Volk, älter, als die
gleichung des Mondjahrs mit dem Sonnenjahr durch künstliche
rechnungen, und geschichtlich erweist sich der Satz daraus, dass
Völker, welche nach gebundenen Mondjahren rechneten, für
Schaltmonat keinen eigenen Namen hatten. Sogar bei den
ylonischen Mondmonatnamen ist daraus, dass der Marcheschwan
. „der achte Monat“ noch mit der Ordinalzahl benannt ist, deut-
, dass die Namen der übrigen erst nachträglich auf sie über-
agen wurden, nachdem sie ursprünglich blos mit Zahlen be-
hnet worden waren. Ähnlich ist's bei den Namen der Monate des
bischen Mondjahrs. Aber wenn auch die Namen nicht für reine
ndmonate geschöpft waren, so konnten sie doch, nachdem sie
mal da waren, und nachdem die künstliche Ausgleichung des
nenjahrs mit dem Mondlauf erzielt war, auf die Monate des
undenen Mondjahrs übertragen werden. Und die Frage ist also
t, ob in der Zeit, da die Israeliten die in Kenaan üblichen Mo-
namen gebrauchten, die damit benannten Monate bürgerliche
nenmonate oder aber Monate eines gebundenen Mondjahres wa-
, die als solche immer mit dem Neumond begannen. — Diese
ge könnten wir leicht entscheiden, wenn über den Kalender der
en Phöniken etwas bekannt wäre. Bis jetzt fehlen alle Nach-
hten darüber[1]). Aus der Art, wie auf den phönikisch-cypri-
en Inschriften datirt zu werden pflegt (z. B. am 6, 7, 9, 24ten
Monats N. N.)[2]), lässt sich über den Charakter dieser Monate
hts erschliessen. Wenn freilich auf den beiden Inschriften[3])

[1]) Aus der Stelle des Menander (C. Müller fragm. hist. Graec. IV 446) καὶ τὸ μὲν τοῦ Ἡρακλίους πρῶτον ἐποιήσατο ἐν τῷ Περιτίῳ μηνί wollte
au in ZDMG. XIV p. 657 mit Berufung auf Movers' (Phön. II, 1 S. 191)
ung der Stelle folgern, dass die Phöniken nach Sonnenmonaten rechne-
; es ist aber nicht einzusehen, wie das aus jener Stelle folgen soll.
z. B. CIS. I, 1 p. 36. 110. 50. 40. [3]) CIS. I, 1 p. 92 ff. Die Zeit des
numents wird dort S. 99 auf 400 — 350 v. Ch. angesetzt.

der neuestens bei Larnaka gefundenen auf beiden Seiten beschriebenen Tafel, welche sich jedenfalls auf gottesdienstliche Angelegenheiten beziehen, die Phrasen בחדש ירח אתנם und [illegible] ירח [illegible] mit Renan zu übersetzen wären „in neomenia mensis i. e. prima die mensis“, dann wäre die Frage auf einmal entschieden, denn wenn bei Datirungen der Ausdruck für den ersten des Monats einfach בחדש ירח gelautet hätte, für alle folgenden Tage aber die Zahlwörter 2, 3, 4 u. s. w. gebraucht worden wären, dann wäre klar, dass die Monate mit dem Neumond begonnen hätten. Aber gerade das lässt sich bis jetzt nicht beweisen; בחדש ירח אתנם kann auch heissen: an dem Neumond des Monats Ethanim d. h. der in den Monat Ethanim fällt, und da es sich in diesen Inschriften um Gaben und Belohnungen an das Tempelpersonal, welche an diesem Tag zu verabreichen sind, handelt, so liegt diese Auslegung sogar näher. Und wenn in der bekannten Bilinguis in phönikischem und cyprisch-griechischem Text, der s. g. Idaliensis I [1]), datirt vom 4ten Jahre des Königs Milkiaton (c. 375 v. Ch.) die Restitution des cyprisch-griechischen Texts [επαγο]μεναν τω[ν] [illegible] παμερῶν von Moritz Schmidt richtig ist, so ist damit bewiesen, dass man auf Cypern schon in voralexandrinischer Zeit das ägyptische Jahr von 360 Tagen mit seinen 5 Epagomenen hatte [2]). Daraus würden Rückschlüsse auf ein ähnliches Jahr bei den Phöniken sehr nahe liegen. Da in Ägypten dieses Jahr von 360 und 5 Tagen von der 12ten Manethonischen Dynastie an nachweisbar ist [3]) und da die Phöniken schon von ihren ältesten Zeiten [4]) an die engsten Beziehungen zu Niederägypten hatten, so würde es nicht auffallend sein, wenn sich einmal durch Auffindung neuer Documente die Gleichartigkeit des phönikischen Jahrs mit dem ägyptischen bestätigte [5]), haben doch nach dem Hemerologium noch in viel späterer Zeit an Ägypten angrenzende Städte und Volksstämme wie Gaza, Ascalon und die Bewohner des peträischen Arabiens, welche unter dem Einfluss der Ptolemäer gestanden hatten, den alexandrinischen

---

[1]) CIS. I, 1 p. 104 ff. [2]) Doch wohl nicht in Folge der Eroberung Cyperns durch Amasis? [3]) Lepsius Chronologie der Ägypter S. 1[illegible]; Riehl Sonnen- und Siriusjahr der Ramessiden 1875 S. 9. [4]) Ebers Ägypten und die Bücher Mose 1868 S. 130 ff. 151 ff. [5]) In diesem Fall würde auch die Kenntniss des Jahres von 365 Tagen, welche bei dem Verf. der Priesterschrift sich in der Fluthgeschichte (s. oben S. 918) und in der Geschichte Henochs Gen. 6, 23 zeigt, sich ohne babylonische Vermittlung erklären.

Kalender, wenn auch mit macedonischen Benennungen der Monate, bewahrt [1]). — Wenn also von dieser Seite her über die Natur der mit Namen benannten kenaanäischen Monate nichts sicheres mehr auszumachen ist, so erlauben dagegen vielleicht die Andeutungen des AT. selbst noch Wahrscheinlichkeitsschlüsse. Darauf, dass bei den Angaben über Salomo's Bau und Einweihung des Tempels (1 Reg. 6, 1. 37 f. 8, 2) zwar die Monate unter den altkenaanäischen Namen, nicht aber die Tage der Monate angegeben sind, darf man vielleicht kein grosses Gewicht legen, weil ja dem Bearbeiter des Königsbuches, möglicherweise schon dem Vrf. der Quellenschrift die Angabe des Monatstags unerheblich geschienen haben kann, obwohl auch möglich ist, dass der Bearbeiter die Angabe der Tage darum wegliess, weil jene Monate mit seinen nach Zahlen gezählten Mondmonaten sich nicht völlig, sondern nur im Allgemeinen deckten, und eine genaue Reduction jener Monatstage auf die seinigen ohne eine lange Berechnung, zu welcher ihm die Mittel fehlten, nicht auszuführen war. Erheblicher ist, dass jene Monate in der Quellenschrift [2]) immer יָרֵחַ, nicht חֹדֶשׁ heissen. Jenes ist das aramäische [3]) und kenaanäisch-phönikische, in der Form *araḥ*, *arḥu* auch assyrische Wort für Monat, zugleich das altsemitische [4]). Im Hebräischen kommt es auch vor, sowohl in Prosa [5]) als in gehobener und dichterischer Rede [6]) der vorexilischen Zeit, ist aber dort sonst gänzlich überwuchert von dem gemeinüblichen חֹדֶשׁ, nicht blos in der Priesterschrift, sondern auch in Schriften, an deren vorexilischem Alter kein Zweifel ist [7]). Die Phöniken hatten diesen Ausdruck für Monat nicht, noch auch die andern semitischen Völker; wo die Phöniken חֹדֶשׁ gebrauchen, da hat es immer noch seine volle ursprüngliche Bedeutung neues Licht, Neumond [8]), seine Anwendung für „Monat“ ist eine Neuerung

---

[1]) Ideler Handb. der math. u. techn. Chronologie I 438 ff. [2]) 1 Reg. 6, 1 ist vom Redactor aus der 1 Reg. 6, 37 citirten Quelle zurechtgemacht. [3]) darum auch im Biblisch-Aramäischen Esr. 6, 15. Dan. 4, 26. [4]) vgl. ወርኅ: des Geez. [5]) Ex. 2, 2. Deut. 21, 13. 2 Reg. 15, 13. [6]) Zach. 11, 8; Deut. 33, 14. Jj. 3, 6. 7, 3. 29, 2. 39, 2. [7]) z. B. Gen. 29, 14. 38, 24. Jud. 11, 37 ff. 1 Sam. 6, 1. 27, 7. 2 Sam. 2, 11. 5, 5. 6, 11. 24, 8. 13. 1 Reg. 4, 7. 5, 28. 11, 16. 2 Reg. 15, 8. Am. 4, 7. [8]) s. oben S. 928, u. vgl. die Übersetzung des Namens Numenius mit בן חדש CIS. I, 1 Nr. 47 p. 69 u. Gesenius mon. Phoen. p. 119.

Seitens der Israeliten. Die Entstehung dieses neuen Sprachgebrauchs bei ihnen muss ihre Gründe gehabt haben, und welcher Grund läge hier näher, als dass die Mondmonate, nach denen sie rechneten, sich mit den in Kenaan gemeinüblichen יְרָחִים nicht deckten? Ferner kommt einigermaassen doch auch in Betracht, dass die uralte Zwölfzahl der Monate, die schon der dodekadischen Stammtheilung der semitischen Völker zu Grunde liegt, durchaus und auch da festgehalten ist, wo, wenn eine Ausgleichung des Mond- und Sonnenjahrs durch einen Schaltmonat schon allgemein üblich gewesen wäre, eine Berücksichtigung dieses Schaltmonats fast nicht zu umgehen war, wie in dem Document 1 Reg. 4, 7 ff. über die Lieferungen der 12 Landeskreise für den Haushalt Salomo's in den 12 Monaten (vgl. auch 1 Chr. 27, 1—15).[1]) Endlich ist nicht zu verkennen, dass im gemeinen Leben die Dauer eines Monats insgemein zu 30 Tagen angenommen war. Es finden sich 30 Tage als Trauerzeit (Num. 20, 29. Deut. 34, 8) und dafür der Ausdruck einen Monat lang (Deut. 21, 13)[2]). Das könnte eine runde oder eben nur für diese Sitte conventionell festgesetzte Zahl sein. Aber in der Grundlage des jetzigen Textes der Fluthgeschichte der Priesterschrift wird nach 150tägigen Zeiträumen gerechnet und werden diese zu 5 Monaten angenommen Gen. 7, 11 und 8, 3 f.[3]). Und nicht blos dies, sondern es kommt auch noch eine dekadische Eintheilung des Monats vor. In Num. 11, 20. 21 wird aufgestiegen: 1, 2, 5, 10, 20 Tage, 1 Monat; 10 Tage als ein Drittel des Monats und der zehnte Tag als ein bedeutsamer Abschnitt im (30tägigen) Monat waren ganz geläufig (Gen. 24, 55), selbst da noch, wo man (wie in der Priesterschrift) nach Mondmonaten rechnete (Ex. 12, 3. Lev. 16, 29. 23, 27. 25, 9. Num. 29, 7), und in der alten Sprache hat sich sogar ein besonderes nomen temporale עֲשֹׂר δέκας (wie שָׁבוּעַ ἑβδομας) dafür ausgebildet, das fort und fort erhalten blieb (s. noch Jos. 4, 19. 2 Reg. 25, 1. Jer. 52, 4. 12. Ez. 20, 1. 24, 1. 40, 1)[4]). Im reinen Mondmonat hat eine

---

[1]) Dieser Grund würde freilich nichts beweisen, wenn die Sitte der Einschaltung eines Monats sonst fest stände (vgl. Ideler I. 489 f. Anm.).
[2]) In der persischen Zeit, entsprechend der persischen Rechnungsweise, kehren die 30 Tage wieder Dan. 6, 8. 13. Esth. 4, 11. [3]) Von den LXX, zu deren ägyptischem Jahr das ganz passte, beibehalten trotz ihrer sonstigen Textcorrectur LXX Gen. 7, 11. 8, 4. [4]) Ewald Alterthümer [3] S. 152.

solche Dreitheilung des Monats keinen Sinn mehr; dagegen war sie bei den Ägyptern mit ihren 30tägigen Monaten und ihrer Einheilung des Himmels in 36 Dekane und 360 Grade seit ältester Zeit zu Haus [1]), und findet sich bekanntlich ebenso bei den alten Griechen [2]).

Alle diese Erscheinungen weisen doch darauf hin, dass die kenanäischen Monate, deren Gebrauch im gemeinen Leben sich auch die Israeliten anschlossen, bürgerliche Sonnenmonate gewesen sein werden.[3]) Aber dass nun die Israeliten vor dem Exil ausschliesslich diese Monate der Kenaanäer im Gebrauch gehabt hätten, entspricht den Thatsachen nicht. Aus dem bei ihnen durchherrschenden Sprachgebrauch חֹדֶשׁ für Monat, mögen sie diesen schon aus ihren vorkenaanäischen Zeiten mitgebracht oder ihn erst in Kenaan gebildet haben, geht sicher hervor, dass ihnen von Haus aus Mondmonate geläufiger waren, wie das bei nichtansässigen Völkern an sich das natürlichste ist und auch bei den Wüstenarabern der Fall war. Eben dafür spricht auch die Verehrung, welche das wiedererscheinende neue Mondlicht fortwährend bei ihnen genoss, mitsammt der Neumondsfeier, welche selbst ohne gesetzliche Vorschrift durch die ganze Königszeit hindurch sich bei ihnen forterhielt. Der Gebrauch solcher Mondmonate für Zeitangaben, die man zu machen hatte, mag bei den Israeliten von der einheimischen und für die Verhältnisse eines ansässigen und Ackerbau treibenden Volkes bequemeren Datirungsweise zurückgedrängt worden sein; ganz verloren hat er sich gewiss nicht[4]). Und im selben Maass, in welchem das Volk gegenüber von der kenaanäischen Cultur, in welche es Anfangs aufgehen zu wollen schien, sich wieder auf seine eigenen nationalen und namentlich religiösen Eigenthümlichkeiten besann und sie strenger geltend zu machen anfing, mag es auch in der Datirungsweise wieder seine eigenen Wege gegangen sein, nicht zwar in Dingen des ökonomischen und bürgerlichen Lebens, in welchen die kenaanäische Weise die passendste war, wohl aber für das gottesdienstliche Leben. Die eigentlichen Festtage der Jahvereligion ausser den Sabbathen und den altheiligen Neumonden waren sehr einfach und wenig. In der Ge-

[1]) Lepsius Chronologie S. 91. 132 f. [2]) Ideler I 257. 279 ff.
[3]) zum Theil richtig schon bei Credner Der Prophet Joel 1831 S. 210 ff.
[4]) s. auch 1 Sam. 20, 5. 18.

stalt, welche ihre beiden grossen Feste, das Frühlings- und das Herbstfest, sowie das Erndtefest bei ihnen in Kenaan angenommen hatten, bedurften sie eigentlich keiner künstlichen kalendarischen Regelung. Wenn die Gerstenähren reiften, war Mazzoth da; am Schluss der Waizenerndte war Pfingsten; zur Zeit der Ableerung der Felder und Gärten war Herbst- oder Hüttenfest. Die Termine waren durch die Natur selbst gegeben, und die alten volksthümlichen Gesetze konnten sich daher mit so allgemeinen Angaben begnügen, wie: im Monat der reifenden Ähren ist Mazzoth, am Ende des (ökonomischen) Jahres Herbstfest.[1]) In den älteren Zeiten, als das Volk noch in viele lose oder gar nicht zusammenhängende Gruppen zerfiel, deren jede in ungebundener Freiheit ihre eigenen Wege gieng, waren solche allgemeine Anhaltspunkte ausreichend. Nachdem aber — jedenfalls von David-Salomo an — das Volk politisch zusammengefasst und das Bestreben, es um ein gemeinsames Heiligthum gottesdienstlich zu schaaren, angeregt war und sich immer stärker geltend machte, musste zum Zweck gemeinsamer und gleichzeitiger Festfeier auch eine festere kalendarische Ordnung Bedürfniss werden, und wie bei andern Völkern werden es auch hier zunächst die Priester gewesen sein, welche sich die Aufstellung solcher Normen angelegen sein liessen. Solche Normen auf Grund des landesüblichen Monatssystems zu entwerfen, hätte, auch wenn es nicht gegen die altisraelitische Art gewesen wäre, seine eigenthümlichen Schwierigkeiten gehabt, weil die grossen israelitischen Feste, nach alter geheiligter Gewohnheit, an die Vollmondszeit gebunden waren, nach dem landesüblichen Monatssystem aber auch zwei Vollmonde in einen Monat fallen konnten, und jedenfalls die Monatstage des Vollmonds und der Festfeier in jedem Jahr wechselten, also ohne genaue astronomische Kenntnisse nicht zum voraus, und nicht auf allgemeingültige Weise angegeben werden konnten. Das einzig richtige, zugleich das einfachste und allgemein verständlichste, auch das der altisraelitischen Sitte entsprechendste war, die Feste nach dem Mond und nach Mondmonaten zu regeln, welche aber als Mondmonate keine Namen hatten, sondern nur mit Ordnungszahlen gezählt werden konnten, so wie auch die Wochentage vom Sabbath ab mit Zahlen bezeichnet wurden. Der Ausgangspunkt dieser Zählung oder der Anfangsmonat

[1]) Ex. 23, 15 f. 34, 18. 22. Deut. 16, 1. 13.

war von selbst gegeben: wenn man auch durchaus läugnen will (was Ex. 12, 2 steht), dass schon Mose den Monat des Auszugs aus Ägypten, welches der Frühlingsmonat war, zum ersten eingesetzt habe, so war doch für die Festrechnung das einzig natürliche [1]), den Monat des Frühlingsfestes, nicht den des Herbstfestes zum ersten zu machen. Von da aus wurde einfach nach der Zahl der Lunationen fortgezählt und dann ergab sich auch die Zeit des Herbstfestes richtig. Die Bestimmung des Frühlingsfestmonats und damit die Zurückführung dieser Mondmonate auf das Sonnenjahr war gewiss [2]) höchst einfach: war nach dem 12ten Mondmonat das Getreide auf den Feldern so weit, dass man hoffen konnte, um die Mitte des folgenden reife Ähren zu haben, so begann mit diesem der erste Monat des neuen Jahres, im andern Fall erst mit dem nächstfolgenden Neumond. Besonderer Intercalationskünste vermittelst astronomischer Berechnungen bedurfte es da nicht, und es ist recht verkehrt, das verwickelte und spitzfindige Intercalationssystem der Talmudisten schon in diese Zeiten zurücktragen zu wollen. Sicher aber wurde jene in der Priesterschrift ausgebildet vorliegende und durchgeführte Sitte, das Jahr mit dem Frühlingsmonat zu beginnen und von diesem an die folgenden Monate mit Ordnungszahlen durchzuzählen, in priesterlichen Kreisen zuerst gepflegt und drang erst von da aus ins übrige Volk hinaus [3]). Wann? können wir aus Mangel an Nachrichten nicht genau bestimmen. Sicher aber noch vor dem Exil. Denn die Daten über wichtige Ereignisse im Leben Jeremja's oder über die letzten Unglückstage der Stadt Jerusalem, wie sie sich im B. Jeremja und am Schlusse des Königsbuches finden [4]), sind unverwerfliche Zeugnisse dafür, dass diese Rechnungsweise noch zur Zeit des Bestandes der alten Stadt aufgekommen war. Für die Vermuthung, dass erst der Bearbeiter des Königsbuches und des B. Jeremja's ursprünglich anders formulirte Datirungen in diese umgesetzt habe, liegt nicht der mindeste Anhaltspunkt vor; wo der Redactor des Königsbuches in

---

[1]) s. oben S. 924. [2]) wie schon Ideler I. S. 490 gesehen hat. [3]) Die Vermuthung von Grätz Gesch. der Isrl. I, 1874 S. 476, dass man in Juda bis auf Hizkia allgemein das freie Mondjahr, von Hizkia an das gebundene Mondjahr im Gebrauch gehabt haben, ruht auf ganz unzureichenden Gründen. [4]) Jer. 1, 3. 28, 1. 17. 36, 9 (22). 41, 1 (2 Reg. 25, 25). 2 Reg. 25, 1. 3. 8 (Jer. 39, 1. 2. 52, 4. 6. 12).

den Quellen eine andere Datirung gefunden hatte[1]), da hat er dies nicht stillschweigend verwischt. Auch wäre (nach dem oben Gesagten) die Umsetzung der Tage der alten Monate in die Mondmonate für die um Jahrzehnde später lebenden keineswegs eine leichte, wenn überhaupt mögliche, Sache gewesen. Ohnedem ist es kaum denkbar, dass in diesen Zeiten heissester Kämpfe mit den Chaldäern oder auch im Exil selbst, während dessen Ezechiel jene seine Rechnungsweise befolgt wie Jeremja, die Judäer sollten ihre eigene bisher befolgte Datirungsweise aufgegeben und die chaldäische angenommen haben, und das nicht etwa in officiellen Documenten, in welchen sie vielmehr ihre alte Weise auch damals noch festerhalten haben zu scheinen[2]), sondern in ihren Privatschriften. Endlich aber gesetzt auch, sie hätten damals ihre eigene alte Sitte mit der chaldäischen vertauscht, so wäre keinerlei Grund einzusehen, warum sie nicht mit der fremden Datirungsweise zugleich die chaldäischen Monatsnamen angenommen, sondern sich mit der blossen Zählung der Monate begnügt hätten. — Daraus aber, dass erst von Jeremja an solche Datirungen vorkommen, darf man nicht sofort folgern, dass diese Datirungsweise erst damals aufgekommen sei, denn wir haben aus den nächsten Jahrhunderten vor ihm überhaupt keine Datirungen in den erhaltenen Büchern, auch nicht solche nach der andern Weise. In priesterlichen Kreisen für gottesdienstliche Dinge kann dieselbe längst vorher üblich gewesen sein (Deut. 16, 1 als blosse Wiederholung eines alten volksthümlichen Gesetzes beweist nichts dagegen). Es ist aber wahrscheinlich, dass mit dem steigenden Einfluss des Priesterthums auf das öffentliche Leben von den Zeiten Hizkia's, und noch mehr Josia's an, und durch Einwirkung der ähnlichen[3]) assyrischen und babylonischen Datirungsweise dieselbe auch im übrigen Volk[4]) mehr Eingang

[1]) wie 1 Reg. 6, 1. 37 f. 8, 2. [2]) s. oben S. 923 f. [3]) ob der assyrische und babylonische Nisan genau dem ersten Monat der Priesterschrift des Pent. entspricht, ist fraglich. Wenn (wie G. Smith the Assyrian Eponym Canon p. 18 f. angibt, vgl. auch Sayce in Records of the Past I. 164 f. VII 157 ff.) regelmässig der assyrisch-babylonische Nisan mit dem Neumond vor der Frühlingstag- und Nachtgleiche begann, so entspricht dies dem israelitischen ersten Monat, der auch mit dem Neumond nach der Frühlingsnachtgleiche beginnen konnte (s. J. D. Michaelis de mensibus Hebraeorum § 2 in Commentationes Societ. R. Scientiarum Gotting. praelectae, Bremae 2 1774), nicht genau. [4]) Jeremja u. Ezechiel waren geborne Priester.

nd, und der Gebrauch der einheimischen kenaanäischen Mo-
ate und Monatsnamen längst in Abnahme gekommen war, als
r durch die Verbannung des Volkes aus dem Land für immer
eseitigt wurde. Erst nach dem Exil, als unter der persi-
hen Oberherrschaft die chaldäischen Monatsnamen im vorderen
asien amtliche Geltung erhalten hatten, bequemten sich auch
ie Juden, diese neuen Namen zu gebrauchen, noch gar nicht
er bejahrtere Haggai, theilweise aber nicht regelmässig und nur
eben der Bezeichnung durch Zahlen der an Jahren jüngere Zacha-
ia (Zach. 1, 7. 7, 2)[1]) a. 519/8. Der Verf. der aramäischen Ur-
unde Esr. 6, 15 und Nehemja in der Mitte des 5ten Jahrhunderts
n seinen Denkwürdigkeiten (Neh. 1, 1. 2, 1. 6, 15) gebrauchten nur
och die neuen Namen, ohne die Ordnungszahl beizusetzen; Nehemja
olgt aber zugleich der mit dem Tischri beginnenden Herbstära
vgl. 2, 1 mit 1, 1). Dagegen Esra in seiner Denkschrift (Esr.
3, 31) und ebenso im Anfang der griechischen Zeit der Chroniker
vermeiden die Namen und folgen durchaus der Weise der Priester-
schrift, die Monate mit Zahlen zu bezeichnen. In dem noch jün-
geren B. Esther erscheinen die Namen immer neben der Zählung,
und nur zuletzt 9, 15. 17. 19. 21 von einem schon 9, 1 seiner Zahl
nach bestimmten Monat blos noch der Name. Man sieht daraus,
wie eine gewisse Scheu, die fremden Namen schlechtweg zu ge-
brauchen, noch lange andauerte und erst nach Jahrhunderten ganz
überwunden wurde. Um so weniger ist glaublich, dass man in
der Zeit des schlimmsten Hasses gegen die Babylonier, im Exil,
ohne Weiteres die babylonische Monatsrechnung sich angeeignet
habe.

[1]) wenn nicht in beiden Stellen die Monatsnamen spätere Glossen sind.

Hr. Lepsius legte zwei von dem Aegyptologen Hrn. Edouard Naville in Genf eingesandte handschriftliche Bände vor und erstattete über den Fortgang der von diesem Gelehrten unternommenen Herausgabe des Thebanischen Todtenbuches folgenden Bericht:

Hr. Edouard Naville aus Genf hat mich veranlasst, der Akademie zwei handschriftliche Bände vorzulegen, welche sich auf eine im J. 1874 von der Akademie unterstützte Bearbeitung des Thebanischen Todtenbuchs beziehen. Der erste enthält den Text, der zweite sämmtliche, aus der Vergleichung von c. 60 verschiedenen Papyrus entnommenen Varianten dazu. Das Material, zu dessen Herbeischaffung in dem genannten Jahre die Akademie ihren Beitrag speciell bestimmt hatte, ist hiermit erschöpft und die gestellte Aufgabe gelöst.

Ich erinnere nur noch mit wenigen Worten an den Zusammenhang der Sache.

Das Todtenbuch ist das grösste Litteraturwerk, welches uns aus dem alten Aegypten erhalten ist. Es ist aber kein Werk, welches von einem einzelnen Menschen erdacht und niedergeschrieben wäre, sondern es ist ein Sammelwerk, dessen Ursprung und einzelne Theile noch in das Alte Reich zurückgehen, nachweislich bis in die 11. Dynastie, also bis gegen die Mitte des III. Jahrtausends v. Chr., wahrscheinlich aber bis in die ersten Dynastien.

Der Inhalt des Werkes bezieht sich auf das Leben nach dem Tode des Gerechten, und der Mittelpunkt ist, dass dieser, durch Thoth gegen seine Ankläger gerechtfertigt, selbst Osiris wird, und ein göttliches Leben führt. Bei den Aegyptern führte das Buch den Namen: *Per em hur em χer-nuter*, d. i. „die Erscheinung am Tage in der Unterwelt“ oder später in der Regel nur: *Per em hur* „die Erscheinung am Tage“, d. h. die Erscheinung des Verstorbenen am Tage der Erhebung oder Auferstehung der Erleuchteten in der Unterwelt.

Dieser Gedanke wird nun in vielen verschiedenen Formen ausgedrückt, oder es werden die verschiedenen Formulare, welche zur Erreichung dieses Zwecks führen sollen, aufgeführt, oder es werden die einzelnen Götter und Lokalitäten genannt, denen der Verstorbene begegnet und deren Verhältnisse er kennen muss. Da

: nur von Wenigen dieses Wissen vorausgesetzt werden konnte, den ihm diese Kapitel mit in's Grab gegeben. Es scheint, i diese einzelnen, meist nicht zusammenhängenden, und häufig ch von vornherein als Varianten bezeichneten Texte ihre nichfaltigkeit vielleicht den vielen Orten und Tempeln ver- kten, für welche sie ursprünglich gemacht worden waren; von reren wird ausdrücklich angegeben, wann und wo sie gefun- worden sein sollten. Diese wurden später überall gesammelt dem heiligen Codex zugefügt, der mit der Zeit immer volu- öser wurde. Daher kommt auch die grosse Verschiedenheit vorhandenen Papyrus an Ausdehnung. Sie beschränkten sich it selten nur auf wenige Kapitel. Am ausführlichsten erscheint Sammlung in der letzten einheimischen Blüthe des ägyptischen ches zur Zeit der Psammetiche in der 26. Manethonischen nastie im 6. Jahrhundert. Aus dieser Zeit stammt der voll- ndigste und wohlerhaltenste Codex, den wir bisher gefunden en. Er befindet sich jetzt in Turin und ist von mir bereits im re 1836 dort abgeschrieben und 1842 publicirt worden.

Es ist dies aber nur einer von sehr vielen Todtenpapyren, örte der letzten selbstständigen Epoche der ägyptischen Kultur und stammt, wie vielleicht die meisten derselben Art, aus mphis. Da gerade das Werden dieses Codex in der langen t von ganz besonderem Interesse ist, so giebt es namentlich h zwei frühere Perioden, in welchen wir uns über den Stand Todtenbuchs unterrichten müssen, die grosse Thebanische t der 17—20 Dynastie, und die des Alten Reichs.

Da wir in Berlin gerade reich sind an Sarkophagen des en Reichs, welche einzelne Kapitel des Todtenbuchs enthalten, habe ich selbst zusammengestellt, was mir damals von jenen esten Texten zugänglich war. Ausserdem ist nur noch sehr eniges seitdem dazu gekommen. Da wir aber bei diesen Texten on bis zu drei Commentatoren, deren Erklärungen mit aufge- mmen sind, nachweisen können, so erweitert sich die Aussicht ch oben zurück noch bedeutend.

Der wichtigste Abschnitt aber war das Thebanische Todten- ch des Neuen Reichs. Von diesem sind viel weniger Ex- mplare vorhanden, als von dem spätern, und die einzelnen Theile ben nicht eine so feste Ordnung, weder in der Folge der pitel, noch in dem Texte derselben. Aber das höhere Alter

giebt ihm einen grossen Vorzug. Es giebt von diesem Todten-
buche kein Exemplar, welches so vollständig wie das Turi-
wäre. Es muss daher aus vielen Exemplaren erst zusammen-
stellt, und die einzelnen Kapitel in die Ordnung gebracht werd-
welche die Aegypter später selbst dafür gewählt haben. Es v-
langt die Herausgabe dieser Abtheilung in höherem Grade als d-
spätere Todtenbuch, eine kritische Arbeit, welche gleich über sämm-
liche zugängliche Exemplare ausgedehnt werden muss. Aber e-
ist das Material möglichst vollständig aus den verschiedenen Muse-
zu sammeln und die Exemplare sind dann mit einander zu verg-
chen, um für jedes Kapitel einen Grundtext zu gewinnen, an w-
chen sich die Varianten anschliessen können.

Eine solche Arbeit, welche viele Reisen und eine lange Z-
der Bearbeitung, endlich aber eine sehr kostspielige Publikati-
verlangt, geht über die Schranken einer einzelnen Persönlichk-
als Herausgeber hinaus.

Ich beschloss daher diese wichtige Aufgabe dem Orientalist-
Congresse, welcher 1874 in London zusammentrat, und zwar a-
nächst der Aegyptischen Abtheilung, welcher ich vorzusitzen d-
Ehre hatte, zu unterbreiten und von hier aus Hülfe zu such-
In der Sitzung am 19. September suchte ich in einem Vortra-
das Interesse der Versammlung für diesen Plan zu gewinnen. E-
wurde allgemein in seiner Wichtigkeit anerkannt und die zunäch-
nöthigen Schritte zu seiner Ausführung gethan. Namentlich wur-
ein Comité zur Oberaufsicht der Unternehmung aus den He-
ren Birch, Chabas, Naville und mir, gewählt. Aber weder
ich, noch ein anderer unter den Gegenwärtigen war in d-
Lage die Aufgabe selbst zu übernehmen. Dagegen schien mir d-
tüchtige Aegyptologe Ed. Naville, der wegen Krankheit nic-
nach London gekommen war, in der gewünschten Lage zu sei-
Mein Vorschlag ihn in seiner Abwesenheit dafür zu wählen, wur-
angenommen und Herr Naville stimmte dann schriftlich zu.

Die Hauptfrage waren aber die offenbar nicht geringen Kosten
welche die Herausgabe des Werks voraussetzte. Es wurde allge-
mein versprochen das Mögliche zu thun. Schliesslich aber habe-
doch nur meine hiesigen Bemühungen Erfolg gehabt. Auf meinen
Antrag vom 2. November 1874 hat unsre Akademie beschlossen,
3000 Mark für die durch Reisen herbeizuschaffenden Materialien
zu gewähren.

Die beiden vorliegenden Bände des Herrn Naville zeigen, dass diese Arbeit in zweckmässiger und erschöpfender Weise gethan worden ist. Der Autor hat zu diesem Zweck: London, Paris, Berlin, Leyden, Turin, Liverpool, Dublin, Marseille, Avignon, Lyon, Parma, Florenz, Bologna bereist, und die hierher gehörigen Papyrus copirt, photographirt, verglichen. Überall hat er als Beauftragter des Orientalisten-Congresses die bereitwilligste Unterstützung der Vorstände der ägyptischen Sammlungen gefunden.

Die Bände enthalten aber noch mehr als eine Materialiensammlung; sie geben bereits die Abwägung der verglichenen Exemplare und die Auswahl sämmtlicher brauchbarer Varianten. Damit ist die Grundlage der ganzen Publikation fertig gestellt. Der erste Band enthält den für jedes Kapitel ausgewählten Text, welcher aus 27 Papyren zusammengesetzt und in die Folge des Turiner Todtenbuchs gebracht ist. Mit diesem Bande sind zugleich die Varianten der Vignetten an ihren Orten eingefügt um den Unterschied der Ausdehnung der beiden Bände geringer zu machen. Die Zeichnung der Schrift sowohl als der Vignetten ist in der vollkommensten stilgemässen Weise wiedergegeben. Der zweite Band enthält die Varianten der verschiedenen Papyrus, welche so neben den ersten ausgewählten Text gestellt sind, dass sich leicht Alles übersichtlich zusammenfindet, was der Vergleichende übersehen muss. Die Stellen welche mit dem voranstehenden Texte gleich sind, werden bei den Varianten leer gelassen; welche fehlen, werden durch einen vertikalen Strich vertreten.

Diese beiden Bände sollen nun mit Allem, was zu ihrer Erläuterung dient, veröffentlicht werden, und auch dazu liegen die Mittel durch die dankenswerthe Bereitwilligkeit unsrer Regierung, welche 14400 Mark dafür bewilligt hat, bereit.

Verzeichniss der im Monat September und October 1881 eingegangenen Schrift

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie Naturforscher. Heft XVII. N. 17—18. Halle a. S. 1881. 4.

Abhandlungen der K. Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Mathem sche Classe. Bd. XIV. Abth. 1. *Philosoph.-philolog. Classe.* Bd. X Abth. 1. München 1881. 4. 2 Ex.

20ste Plenarversammlung der hist. Commission bei den K. bayerischen Ak mie der Wissenschaften. Bericht des Secretariats. — K. Th. Heig *die Wittelsbacher in Schweden.* 2 Ex. — W. v. Christ, *Gedächtnis auf L. von Spengel.* 2 Ex. — München 1881. 4.

Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften und der G. Universität zu Göttingen. 1881. N. 8—13. Göttingen 1881. 8.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preuss. Sta Bd. XXIX. Stat. Heft 1. Bd. XXIX. Heft 4. Berlin 1881. 4.

Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. XXXIII. Heft 2. B lin 1881. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 15. Ber 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. II. 1881. Heft IX. X, 1. Berlin. 4.

20ster Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkund Giessen 1881. 8.

Jahrbuch des K. botanischen Gartens und des botanischen Museums zu Berli Herausgegeben von Dr. A. W. Eichler. Bd. I. Berlin 1881. 8.

Verhandlungen der vom 13. bis 16. September 1880 zu München abgeh 6ten allgemeinen Conferenz der Europäischen Gradmessung. Berlin 1881. 4

Metronomische Beiträge. N. 3. *Herausgegeben von W. Foerster.* Berli 1881. 4.

Gotha 1881. 4.
1881. 8. Sep.-Abdr.
niversität Strassburg. 1880.

ences zu Wien vom Jahre

1881. Heft 1. Berlin

Monthly Record of Geogra-

. Vol. I. P. 5. London

ndon 1881. 8.
Vol. III. P. 7. 8. Vol.

Vol. XIII. P. I. Cam-

n 1879—80. Vol. X.

XXIX. P. 3. Edin-

August 1881. Cal-

Calcutta 1881. 8.
n 1881. 8.

des Sciences de l'In-
881. Sem. 2. Paris

—42. Paris 1881. 8.
r. II. T. IV. Fasc. 1.

ptionum et Litterarum
tiones Phoenicias con-
fol. 2 Voll.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Sér. VIII. Année
Cah. 9. Octobre. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. 3e.
Année IV. N. 19. 20. Bordeaux 1881. 8.

Mémoires de l'Académie de Stanislas 1880. Année CXXXI. Sér. IV. T. XI
Nancy 1881. 8.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs. Série V. Vol. V. 1880.
sançon 1881. 8.

*Bulletin d'histoire ecclésiastique et d'archéologie réligieuse des Diocèses
Valence etc.* Année I. Livr. 6. Année II. Livr. 1. Romans 1881. 8.

La Lumière électrique. Journal universel d'Électricité. Année 3. N. 53.
Paris 1881. 4.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. Sér. III. Année I. T.
N. 14. 15. 16. 17. 18. Paris 1881. 4.

Polybiblion. — Revue bibliographique universelle. Partie litt. Série II. T.
Livr. 10. Paris 1881. 8.

Th. H. Martin, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques
les Grecs et les Romains.* Paris 1881. 8. Extr.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXIII. Ser. II. Vol. V.
VII. (*Codex Astensis.*) Anno CCLXXVIII. 1880—81. Ser. III. *Mem
della Classe di Scienze morali, storiche e filologiche.* Vol. VI. R
1880/81. 4.

Atti della Accademia fisico-medico-statistica di Milano. Anno XXXVII d
fondazione. Milano 1881. 8.

Bullettino di Archeologia cristiana. Ser. III. Anno VI. N. 1. Roma 1881.

B. Boncompagni, *Bullettino di Bibliografia e di storia delle scienze
matiche e fisiche.* T. XIII. Dic. 1880. Roma 1880. 4.

*Termi di premio proposti dal Reale Istituto Veneto di Scienze, lettere ed
nella solenne adunanza 15 agosto 1881.* Venezia. 8.

A. Scacchi, *sul legno carbonizzato del tufo di Lanzara.* 1881. 4. Ex

— —, *notizia delle fenditure apertesi nella pianura di Aversa nell' ott
del 1852.* 1881. 4. Extr.

— —, *notizie preliminari intorno ai poiretti vulcanici del tufo di Nocera
di Sarno.* 1881. 4. Extr.

D. Castelli, *il commento di Sabbatai Donnolo sul libro della creazi
Firenze 1880. 8.

E. Grassi, *il primo anno della clinica ostetrica.* Firenze 1880. 8.

F. Parlatore, *tavole per una anatomia delle piante aquatiche.* Fir
1881. 8.

A. Reumont, *la Sacra Famiglia detta „La Perla" di Raffaelo Sanzio.* Roma 1881. 8.

— —, *gli ultimi Stuardi la Contessa d'Albany e Vittorio Alfieri.* Firenze 1881. 8.

Bulletin de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg. T. XXVII. N. 3. St. Pétersbourg 1881. 4.

A. J. Woeikof, *études sur l'amplitude diurne de la température.* Moscou 1881. 8.

Öfversigt af K. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar. 1881. 38. Årg. N. 4. 5. Stockholm 1881. 8.

Recueil des mémoires et des travaux publ. par la Société botanique du Grand-Duché de Luxembourg. N. 4. 5. 1877—78. Luxembourg 1880. 8.

Publications de l'Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg. (Section des sciences naturelles.) T. XVIII. Luxembourg 1881. 8.

Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Nederlandsch-Indië. Volgreeks IV. Deel V. Stuk 1. 'S Gravenhage 1881. 8.

Tijdschrift voor Indische Taal-, Land- en Volkenkunde. Deel XXVI. Afl. 2 — 6. Batavia 1880/81. 8.

Notulen van de Algemeene en Bestuur-Vergaderingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XVIII. 1880. Batavia 1881. 8.

Verhandelingen van het Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen. Deel XLI. St. 2. Batavia 1880. 4.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Année 50. Sér. 3. T. 2. N. 8. Bruxelles 1881. 8.

M. J. Plateau, *quelques expériences sur les lames liquides minces.* Bruxelles 1881. 8. Extr.

Los Archivos de la Medicina Valenciana. Año I. N. 9. 1881. 4.

Boletin de Sociedade de Geographia de Lisboa. Ser. II. N. 6. 1881. 8.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XXII. N. 130. N ven 1881. 8.

The Journal of the Cincinnati Society of Natural history. Vol. IV Cincinnati 1881. 8.

S. Newcomb, *Catalogue of 1098 standard clock and zodiacal stars.*

O. Stone, *on the Ratio between Sector and Triangle in the orbit of stial body.* Cincinnati, Ohio 1881. 4.

J. E. Nipher, *on certain problems in refraction.* Ext. 8.

J. F. Cameron, *Aerial Navigation.* New York 1881. 8.

H. Phillips, *a glimpse into the past.* Philadelphia 1881. 8.

Archivos de Museu Nacional do Rio de Janeiro. Vol. III. Trimes Rio de Janeiro 1878. 4.

Fig. 12 a.

Fig. 12 b.

Fig. 12 c.

Fig. 12 d.

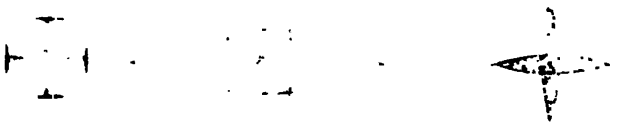


Fig. 15.

o. d.

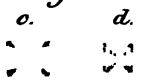


Fig. 15 e.

Fig. 15 f.

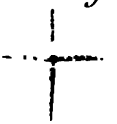
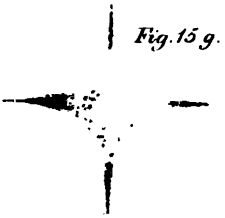


Fig. 15 g.



b.

Fig. 19 c.
(schematisch)

Fig. 20.

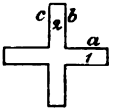


Fig. 21.

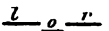


Fig. 22.

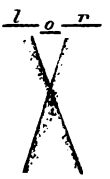


Fig. 26 b.

Fig. 27.

Fig. 28.

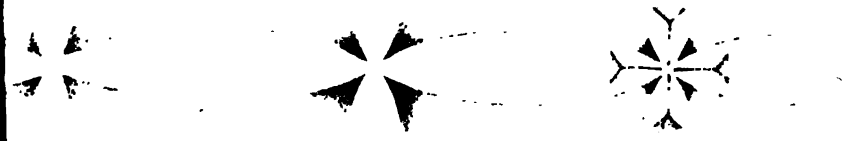


Fig. 34 b.

Fig. 33.

Fig. 34 a.

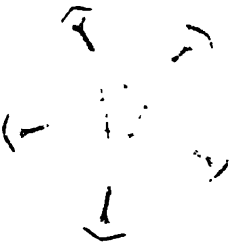


Fig. 35.

's mit lit

Lith. von Laue.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

RAMMELSBERG, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth. M. 3,00

ROTH, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth. M. 9,00

VIRCHOW, Beiträge zur Landeskunde der Troas . . . . . M. 10,00

SCHOTT, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens . . . . . M. 1,00

KRÜGER, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . . M. 5,00

CURTIUS, Das archaische Bronzerelief aus Olympia . . . . M. 2,50

BUSCHMANN, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . . M. 2,50

ERDMANN, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid M. 3,00

SCHRADER, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal . . . . . M. 3,00

DILLMANN, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert . . . . . M. 2,50

SACHAU, E., Über die Lage von Tigranokerta . . . . . M. 5,50

HAGEN, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen . . . . . M. 1,50

VAHLEN, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . . M. 1,50

WAITZ, Über eine alte Genealogie der Welfen . . . . . M. 0,80

SCHOTT, Über ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters M. 2,00

ZELLER, Über die Messung psychischer Vorgänge . . . . M. 0,80

VIRCHOW, Über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen . . . . . M. 8,00

BOHN, Der Tempel der Athena Polias zu Pergamon . . . M. 2,00

GERLAND, ERNST, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

KIEPERT, Über Pegolotti's vorderasiatisches Itinerar . 901—913

DILLMANN, Über das Kalenderwesen der Israeliten vor dem babylonischen Exil . . . . . 914—935

LEPSIUS, Bericht über den Fortgang der von E. Naville unternommenen Herausgabe des Thebanischen Todtenbuches . . . . . 936—937

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.

N 23 1882

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

November 1881.

Mit 4 Tafeln.

[Die zu dem Aufsatze des Herrn Eichler gehörige Tafel wird nachgeliefert.]

BERLIN 1881.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

November 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Helmholtz las folgende Abhandlung:

Über galvanische Polarisation des Quecksilbers und darauf bezügliche neue Versuche des Herrn Arthur Koenig.

Die Oberfläche des Quecksilbers bietet eigenthümliche Vortheile im Studium der galvanischen Polarisation, die den festen Metallen abgehen. Dies veranlasste mich Hrn. A. Koenig aufzufordern, im hiesigen Universitätslaboratorium eine Reihe von Messungen über die Capillarspannung der galvanisch polarisirten Quecksilberflächen nach einer neuen Methode vorzunehmen, bei welcher der störende Einfluss der so veränderlichen Adhäsion der beiden Flüssigkeiten an den Glaswänden wegfällt, und gleichzeitig die optischen Schwierigkeiten bei der Messung der Niveaudifferenz zwischen der oberen Fläche und dem grössten Umfang eines ruhenden Quecksilbertropfens vermieden werden. Hr. Koenig hat zu dem Ende die Oberflächenspannung in einem Quecksilbertropfen bestimmt, der durch einen ebenen kreisförmigen Glasrand von 9^{mm} Durchmesser begrenzt war. Die scharfe Kante dieses Randes war die Schnittlinie zweier unter 45° gegen die Verticale geneigter Schlifflächen. Der Tropfen wurde so weit hervorgedrängt, bis die Krümmung in der Mitte seiner obern Fläche ein Maximum erreichte. Diese Krümmung selbst konnte

durch das Ophthalmometer mit grosser Schärfe gemessen werden. Die Integration einer von Poisson aufgestellten Differentialgleichung ergiebt dann eine Beziehung zwischen Krümmungsradius und Oberflächenspannung, welche sich zur numerischen Ausrechnung der letztern mit beliebiger Genauigkeit benutzen lässt.

Die Polarisation der Quecksilberfläche wurde nach der von mir bei der Untersuchung der Bewegungsströme an polarisirten Flächen angewendeten Methode[1]) in folgender Weise bewirkt.

In die Flüssigkeit, unter welcher sich das Quecksilber befand, tauchten zwei Platinbleche ein, die mit den Poldrähten einer aus zwei Daniell'schen Elementen (ohne Diaphragma) bestehenden Batterie verbunden waren. Dasjenige dieser Elemente, dessen Zinkpol direct zu der einen Platinplatte führte, hatte eine Nebenschliessung von 1000 SE. Widerstand. Durch Messung der Intensitäten in den verschiedenen Zweigen dieses Stromnetzes ergab sich, dass zwischen den Enden dieser Nebenschliessung eine Potentialdifferenz von 0.86 D bestand. Indem nun der Zuleitungsdraht zu der Quecksilberkuppe an verschiedenen Stellen dieser Nebenschliessung abgezweigt wurde, und man ferner noch, wenn es nöthig wurde eine stärkere Wasserstoffpolarisation zu erzeugen, als sie durch directe Verbindung der Quecksilberkuppe mit der Platinkathode gegeben war, ein Daniell'sches Element in den genannten zur Quecksilberkuppe führenden Draht einschaltete, liessen sich alle Polarisationszustände innerhalb derjenigen Grenzen herstellen, welche einerseits in einer zu starken Wasserstoffentwicklung an der Quecksilberkuppe und andrerseits in einer Trübung der letztern durch Bildung von Quecksilberoxyd gegeben waren. In beiden Fällen konnte nämlich die Quecksilberkuppe nicht mehr zur Spiegelung benutzt werden und damit wurde eine Bestimmung der Oberflächenspannung unmöglich. Die Art und Grösse der Polarisation soll in dem Folgenden angegeben werden durch die (positive oder negative) Differenz, um welche das Potential der Quecksilberkuppe das der Platinkathode übertraf.

Die vollständigere Beschreibung der angewendeten Methoden und der erlangten Resultate wird einem andern Orte vorbehalten.

---

[1]) Monatsberichte vom 11. März 1880. — Wiedemann's Annalen Bd. 11 S. 738—740.

lier möge es genügen von den letztern nur die die Grenzen der Änderung bezeichnenden Zahlen anzugeben.

Die mittlere der nachfolgend gemachten Angaben bezieht sich auf das an dieser Stelle eintretende Maximum der Oberflächenspannung; die erste und letzte Angabe hingegen auf die möglichen Grenzen der Polarisation.

$\frac{1}{10}$procentige Schwefelsäure

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
0.00 D	45.17^{mgr}
— 0.09 „	45.76 „
— 0.86 „	30.50 „

1procentige Schwefelsäure

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
0.00 D	47.14^{mgr}
— 0.26 „	47.59 „
— 0.86 „	32.21 „

5procentige Schwefelsäure

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
0.00 D bis — 0.09 „	47.58^{mgr}
— 0.17 „	47.81 „
— 0.67 „	31.97 „

1procentige Salpetersäure

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
— 0.09 D	42.35^{mgr}
— 0.26 „	42.52 „
— 0.86 „	32.93 „

5procentige Salpetersäure

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
0.00 D	33.03^{mgr}
— 0.60 „	34.83 „
— 0.77 „	34.68 „

Chlorwasserstoffsäure (5% Gehalt an käuflicher Salzsäure)

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
+ 1.00 D	44.39^{mgr}
+ 0.14 „	48.27 „
— 0.52 „	42.78 „

Concentrirte Lösung von Magnesiumsulfat

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
+ 1.00 D	29.57^{mgr}
+ 0.66 „	37.54 „
— 0.09 „	55.41 „
— 0.85 „	38.83 „

Concentrirte Lösung von Natriumsulfat

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
+ 1.00 D	32.97^{mgr}
— 0.17 „	47.62 „
— 0.86 „	30.34 „

Concentrirte Lösung von Chlornatrium

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
+ 0.57 D	34.69^{mgr}
— 0.17 „ bis — 0.26 „	52.10 „
— 0.86 „	43.27 „

Concentrirte Lösung von Zinksulfat

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
+ 1.00 D bis + 0.14 „	constant 48.36^{mgr}
— 0.34 „	50.32 „
— 0.86 „	45.28 „

Bei einer Lösung von Merkuronitrat ergab sich bei allen Polarisationszuständen die Oberflächenspannung gleich

29.36^{mgr}

In einer frisch bereiteten Lösung von Ätznatron ergab sich

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
+ 1.00 D	24.86^{mgr}
0.00 „	51.49 „
— 0.77 „	41.94 „

Bei derjenigen Polarisation, welche durch die Potentialdifferenz — 0.77 D bezeichnet ist, wird wahrscheinlich etwas Quecksilber in die Lösung übergegangen sein, denn eine zweite Versuchsreihe ergab

Pot.-Diff.	Oberflächenspannung
+ 1.00 D	28.15^{mgr}
— 0.26 „	47.73 „
— 0.86 „	44.99 „

Liess man das Quecksilber längere Zeit in einem Polarisationszustand, der der Potentialdifferenz — 0.86 entsprach, so bildete sich eine braune in losen Blättern auf der Kuppe liegende Masse (HgO ?), die wohl ohne Zweifel die Zusammensetzung der Flüssigkeit ziemlich beeinflusst haben muss; denn nach Entfernung dieser braunen Masse ergaben die Bestimmungen der Oberflächenspannungen bei verschiedenen Polarisationszuständen Werthe, welche kein deutlich ausgesprochenes Maximum mehr zeigten und zwischen 35.03^{mgr} und 52.52^{mgr} lagen.

Ausser dieser letzten Versuchsreihe und derjenigen, welche in der Lösung von Merkuronitrat gemacht wurde, zeigte sich beständig, dass von dem Zustande der stärksten noch verwendbaren Wasserstoffpolarisation bis zu einer mittleren Polarisation die Oberflächenspannung continuirlich zunahm und von diesem Maximum dann bis zu dem am weitesten nach der Sauerstoffseite hin liegenden Polarisationszustand wieder abnahm.

Dass eine solche Abnahme der Capillarspannung durch starke negative Ladung des Quecksilbers hervorgebracht werden kann, zeigen schon einige Versuche von Hrn. Quincke, in denen aber die von ihm aufgestellte Hypothese, dass elektrolytische Ausscheidung der in der Lösung enthaltenen Metalle von Einfluss gewesen sei, wahrscheinlich zutrifft, da dabei elektromotorische Kräfte von 4 bis 10 Grove's angewendet waren. Auch in Hrn. Koenig's Versuchen zeigt sich beim Zinksulfat die Capillarconstante vom Potentialwerthe +0.14 bis zu dem +1 unveränderlich. Der erstere Werth entspricht einer Differenz von zwei Daniells zwischen der Platinanode und dem Quecksilber. Da die elektromotorische Gegenkraft von Zinksulfatlösung, die zwischen Platinelektroden zersetzt wird, nach den Beobachtungen von Hrn. Fr. Exner[1]) 2.14 Daniells beträgt, so zeigt auch hier das Constantwerden der Capillarconstante wohl elektrolytische Ausscheidung des Zinks an. Nach Beobachtungen von Hrn. Koenig verhalten sich die elektromotorischen Kräfte eines Daniell zu denen, welche man erhält,

[1]) Wiedemann's Annalen Bd. 6 S. 364.

wenn man das Zink darin durch amalgamirtes Magnesium oder Natrium ersetzt, wie

$$62 : 95 : 234 = 1 : 1.53 : 3.77.$$

Daraus folgt, dass in den Versuchen über die Capillarspannung Reduction des Magnesium- und Natriumsulfats erst bei den mit + 0.67 und 2.91 bezeichneten Potentialwerthen hätten eintreten können. Bis zu letzterm Werthe sind die Versuche in den Lösungen der Natronverbindungen nicht fortgesetzt. Mit Ausnahme der genannten Fälle, nämlich der Quecksilber enthaltenden Lösungen der Zinklösungen mit positiven Potentialwerthen und vielleicht auch der Magnesialösung bei den höchsten Potentialwerthen, kann es zu einem dauernden elektrolytischen Zersetzungsstrom von solcher Stärke nicht gekommen sein, dass dadurch das im polarisirten Zustand der Kuppe bestehende Gleichgewicht zwischen elektrischen und molecularen Kräften erheblich gestört worden wäre.

Dass wir bei wirklich ausgeführten Versuchen über galvanische Polarisation uns diesem Gleichgewicht bis auf eine fast verschwindend kleine Differenz genähert haben, erkennen wir daraus, dass die elektrische Bewegung, der vorher bestehende galvanische Strom, aufhört, oder nur in verschwindend kleinen Bruchtheilen seiner ursprünglichen Stärke bestehen bleibt. Dem Potentialunterschiede, der dann noch zwischen mindestens einer der Elektroden und der Flüssigkeit, meistens aber wohl zwischen beiden Elektroden und der letzteren bestehen muss, wird an den Grenzflächen selbst eine elektrische Doppelschicht entsprechen, wie eine solche sich nach den allgemeinen Gesetzen der Elektricitätsvertheilung ausbilden muss an jeder Fläche, an der ein Sprung im Werthe des Potentials stattfindet. Ich habe schon früher[1]) nachgewiesen, dass die Grösse der Potentialdifferenz P durch das Moment der Doppelschicht m gegeben ist, indem

$$P = 4\pi m.$$

Unter Moment der Doppelschicht verstehe ich die Dichtigkeit der positiven Flächenbelegung multiplicirt mit dem Abstande von der negativen Flächenbelegung. Jede elementare Elektricitätsmenge in einer solchen Doppelschicht wird abgestossen von den benachbarten gleichnamigen Mengen derselben Schicht, angezogen durch die entgegengesetzten der anderen Schicht. Da aber die Theile der eigenen

[1]) Poggendorff's Annalen Bd. 89 S. 225—228.

schicht näher sind, als die gleich grossen der entgegengesetzten und näher den tangentialen Richtungen in der Fläche liegen, so wird die Abstossung in Richtung der Fläche die Anziehung überwiegen und in jeder mit einer Doppelschicht belegten Fläche muss die elektrostatische Kraft eine Dehnung der Fläche hervorzubringen streben. Wenn also die elektrisirte Fläche eine capillare Contractionskraft von gewisser Grösse hat, so wird die mit einer Doppelschicht beladene Fläche eine Verminderung der capillaren Spannung zeigen müssen. Es wäre also unter diesen Umständen zu erwarten, dass die capillare Spannung der Fläche im unbeladenen Zustande ein Maximum sein müsste.

Nun haben wir es bei den polarisirten Elektrodenflächen allerdings mit einer viel complicirteren Anordnung zu thun; da die Elektricität, welche im Elektrolyten sich anhäuft, nach Faraday's Gesetz jedenfalls ponderable Jonen des Elektrolyten mit herangeführt hat. Aber die eben angestellte Betrachtung lässt sich auch noch erheblich verallgemeinern auf einem Wege, der schon von Hrn. Lippmann eingeschlagen ist, wobei nur die Voraussetzung festgehalten zu werden braucht, dass die Kräfte, unter deren Einfluss die Grenzschichten sich bilden, conservative Kräfte seien und die dabei eintretenden Änderungen daher vollkommen reversibel. Das thatsächliche Vorhandensein der Reversibilität dieser Processe ist durch die Versuche von Hrn. Lippmann gleichzeitig grossentheils bestätigt worden.

Für unsern Zweck lässt sich die bezeichnete Verallgemeinerung am einfachsten in folgender Form ausführen. Es sei ω die Flächenausdehnung der Berührungsfläche und ε das Quantum Elektricität, was im Metall längs der Flächeneinheit angehäuft ist. Im Elektrolyten wird der Menge $+\varepsilon$ die Menge $-\varepsilon$ gegenüberliegen müssen, und durch deren Heranfliessen werden äquivalente Quanta des Anion herangeführt und angehäuft sein. Unsere Annahme besteht also wesentlich darin, dass die Menge und Anordnung dieser ponderablen Molekule, sowie die der entsprechenden elektrischen Schichten im Metall nur abhänge von der auf jeder Flächeneinheit angesammelten Elektricitätsmenge ε. Ist diese Annahme zulässig, so ist der physikalische Zustand der Fläche vollständig definirt, wenn die Grössen ω und ε für sie gegeben sind.

Um diesen Zustand der Fläche herzustellen oder zu verändern, wird eine gewisse Arbeit W aufgewendet werden müssen. Erstens

wird die Fläche gegen den Einfluss ihrer capillaren Spannung ge- dehnt werden müssen. Nennen wir T die Kraft, mit welcher die Spannung der Fläche auf jede Längeneinheit ihrer Begrenzung wirkt, so ist bekanntlich $T.d\omega$ die Arbeit, welche bei der Dehnung der Fläche ω auf $(\omega + d\omega)$ gegen die Capillarspannung zu leisten ist.

Zweitens ist Arbeit nöthig, um neue Quanta Elektricität der Doppelschicht zuzuführen. Soll in einen Leiter, dessen Potential (elektrostatisch gemessen) p und dessen galvanische Constante k ist, ein neues Quantum Elektricität dE eingeführt werden, so ist dazu die Arbeit $(p - k)dE$ nöthig. In unserem Falle ist im Metall $\varepsilon.\omega = E$ und $-\varepsilon.\omega$ im Elektrolyten. Die gesammte Arbeit dW für gleichzeitige Zunahme von ω um $d\omega$ und von E um dE ergiebt sich also:

$$dW = T.d\omega + (p_m - p_f - k_m + k_f)\,d.(\omega\varepsilon)$$

oder

$$dW = [T + \varepsilon(p_m - p_f - k_m + k_f)]d\omega + \omega.[p_m - p_f - k_m + k_f]d\varepsilon$$

Da unter der Voraussetzung conservativer Kräfte W eine Function nur von ω und ε sein muss, so folgt, dass

$$\frac{\partial}{\partial\varepsilon}[T + \varepsilon(p_m - p_f - k_m - k_f)] = \frac{\partial}{\partial\omega}[\omega(p_m - p_f - k_m - k_f)]$$

oder, wenn wir

$$p_m - p_f = P$$

setzen und berücksichtigen, dass P nicht von ω und k_m und k_f weder von ε noch von ω abhängig sind:

$$\frac{\partial T}{\partial\varepsilon} + \varepsilon.\frac{\partial P}{\partial\varepsilon} = 0\ .$$

Da T und P nur Functionen von ε sind, nicht von ω, können wir auch schreiben:

$$\frac{\partial T}{\partial P} = -\varepsilon\ .$$

Letztere Gleichung sagt aus, dass für einen Grenzwerth von T die Dichtigkeit $\varepsilon = 0$ sein müsse. Ausserdem zeigt diese Gleichung, dass der absolute Werth der angesammelten Elektricität ε durch Messungen von T und P in absolutem Maasse gefunden werden kann.

Die Voraussetzung, dass es conservative Kräfte sind, die das Gleichgewicht an einer polarisirten Fläche bestimmen, führt also

nothwendig zu der Voraussetzung, dass in diesem Zustande der maximalen Spannung der Oberfläche die letztere frei von jeder elektrischen Doppelschicht sei und dass eben dann auch kein Potentialunterschied zwischen dem Quecksilber und der Flüssigkeit bestehe. Diese Folgerung kann durch weitere Versuche geprüft werden, da man jede Ladung einer Quecksilberfläche durch schnelle Vergrösserung derselben, wie sie beim Abtropfen vorkommt, muss beseitigen können.

Faraday's elektrolytisches Gesetz, dessen strenge Giltigkeit alle späteren Versuche nur bestätigt haben, zeigt, dass, wo keine Elektrolyse möglich ist, auch keine Elektricität vom Metall zum Elektrolyten oder umgekehrt übergehen kann. Einen scheinbaren Widerspruch dagegen könnte man in den bekannten älteren Versuchen über galvanische Ströme, die durch ungleichzeitiges Eintauchen zweier gleichartiger Elektroden in die gleiche Flüssigkeit erregt werden, zu finden glauben. Diese zeigen allerdings, dass sogar ohne vorausgegangene Stromwirkung an den zuerst eingetauchten Platten in den ersten Secunden oder Minuten nach dem Eintauchen Veränderungen vor sich zu gehen pflegen, welche den Potentialunterschied zwischen dem Metall und der Flüssigkeit verändern.

Das Quecksilber, als Elektrode angewendet, hat bei den hierhergehörigen Versuchen einen wichtigen Vortheil vor den festen Metallen. Seine Berührungsfläche mit der Flüssigkeit ist dehnbar und kann beliebig verkleinert oder vergrössert werden, und wenn man die oberflächlichen Theile des Quecksilbers sich in einer Reihe von Tropfen sammeln und abfallen lässt, so können sich fortdauernd aus dem Innern des reinen Metalls neue Theile der Oberfläche entwickeln, die vorher weder mit der Luft noch mit der Flüssigkeit in Berührung waren. In der That hat auch schon Hr. Quincke[1]), wie mir scheint mit Recht, auf die Analogie der durch schnell tropfendes Quecksilber erregten Ströme mit denen aufmerksam gemacht, welche bei festen Metallen durch ungleichzeitiges Eintauchen erregt werden.

Der Sinn dieser von selbst eintretenden Veränderung an der neugebildeten Quecksilberoberfläche ergiebt sich aus Hrn. Lipp-

[1]) Poggendorff's Annalen Bd. 153 S. 161.

mann's[1]) und Hrn. Quincke's Beobachtungen. Nach des Letzteren sehr mannigfachen Versuchen geht der positive Strom, der durch abtropfendes und sich im unteren Theile des Elektrolyten wieder sammelndes Quecksilber erzeugt wird, in den bisher untersuchten Elektrolyten immer in Richtung des tropfenden Quecksilbers, d. h. die sich unten sammelnde Quecksilbermasse, an deren Oberfläche die Schichten, die die Änderung hervorgebracht haben, sich concentriren, hat positiveres Potential als die obere durch Abtropfen immer wieder erneute Fläche.

Eine solche Potentialdifferenz fordert eine elektrische Doppelschicht, deren positive Hälfte im Innern des untern Quecksilbers, die negative dagegen, am Anion der Flüssigkeit haftende, in der Flüssigkeit liegt. Dadurch ist der Sinn der elektrischen Ladung gegeben, welche sich mit mässiger Geschwindigkeit an der Oberfläche des Quecksilbers bildet. Dass diese Geschwindigkeit eine mässige ist, folgt aus dem Umstande, dass langsamer Tropfenstrom schwache Potentialunterschiede hervorbringt, dass diese aber, wie Hr. Quincke gezeigt hat, bei wachsender Geschwindigkeit des Tropfenstroms sich bald einem Maximum nähern, welches durch weitere Steigerung der Geschwindigkeit nicht mehr überschritten wird. Dies Letztere wird eintreten, sobald die neuen Theile der oberen Quecksilberfläche so schnell in die Tropfen übergehen, dass sie sich nicht mehr merklich laden können, ehe sie abreissen, und daher die obere Fläche in vollständig unverändertem Zustande bleibt.

Nach Faraday's Gesetz würde der hierbei vor sich gehende Eintritt positiver Elektricität in das Metall nur mittels einer Elektrolyse stattfinden können, die einen Stoff beträfe, welcher noch geringere Anziehung zur positiven Elektricität hat, als das Quecksilber. Zunächst wäre hier an den atmosphärischen Sauerstoff zu denken, dem man, wenn er elektrisch neutral in der Flüssigkeit aufgelöst ist, ausreichende Verwandtschaft zur negativen Elektricität zuschreiben könnte um diese dem Quecksilber zu entziehen, und dafür positive an das Metall abzugeben. Die Langsamkeit der Ladung würde sich dadurch erklären, dass dieser gelöste Sauerstoff in geringen Mengen vorhanden ist, und nur langsam durch Diffusion erneuert werden kann. Zur Prüfung dieser Hypothese

[1]) Poggendorff's Annalen Bd. 149 S. 556—558.

würden noch Versuche anzustellen sein um festzustellen, ob verminderter Sauerstoffgehalt der Flüssigkeit die Strömungen bei gleicher Tropfenzahl für die Sekunde schwächer macht. Hrn. Quincke's Versuche[1]) zeigen, dass die Wirkung nicht aufhört, auch wenn man den Sauerstoffgehalt der Flüssigkeit so weit beseitigt, als dies durch Auskochen geschehen kann. Bei den enorm grossen Mengen galvanischer Elektricität, welche jedes Milligramm Sauerstoff liefern kann, und der Kleinheit der unteren Quecksilberfläche, welche zu polarisiren ist, wird man kaum darauf rechnen können durch irgend eine chemische Methode die Flüssigkeit genügend von Sauerstoff zu reinigen, um jede elektrolytische Wirkung des letztern definitiv aufzuheben, wenn auch Verlangsamung ähnlicher Vorgänge z. B. an Platinflächen durch möglichste Beseitigung des gelösten Sauerstoffs sich sehr wohl erreichen lässt.

Wäre einer der in grösserer Menge vorhandenen Bestandtheile der Flüssigkeit an der Elektrolyse Schuld, so würde wohl dieser ganze Process der Ladung zweier sich berührender Flächen in unwahrnehmbar kurzen Zeitperioden zu Stande kommen können.

Ich möchte aber die hier hingestellte Hypothese ausdrücklich als solche anerkannt wissen. Für das Folgende genügt uns zunächst die Thatsache, dass unter den bisher eingehaltenen Bedingungen der Versuche, Quecksilber in Berührung mit elektrolytischer Flüssigkeit sich nur langsam positiv gegen die Flüssigkeit ladet.

Die Langsamkeit dieser Ladung bei beschränkter Diffusion hat sich übrigens viel auffallender in Hrn. Lippmann's Versuchen mit dem Capillarelektrometer gezeigt, insofern der feine Quecksilberfaden desselben aus jedem Grade der Ablenkung, wenn er so gut isolirt, als der Apparat es gestattet, sich selbst überlassen bleibt, allmälig sich immer wieder einer bestimmten Gleichgewichtslage nähert, die verschieden ist von der, welche frisch abgetropftes Quecksilber annimmt. In der feinen Capillarröhre des Lippmannschen Instruments geschieht die Diffusion nur ausserordentlich viel langsamer, als in den eben besprochenen Tropfapparaten, und braucht Stunden[2]), während die unmittelbare elektrolytische Ausgleichung mit der Säure, falls eine solche

[1]) Poggendorff's Annalen 153 S. 170.

[2]) Poggendorff's Annalen 149 S. 551.

möglich wäre, im Querschnitt der Röhre ohne Verzögerung von Statten gehen könnte.

Daraus schliesse ich, dass wenn eine schnell abtropfende und übrigens isolirte Quecksilbermasse durch die tropfende Spitze mit einem Elektrolyten in Berührung ist, das Quecksilber und der Elektrolyt kein verschiedenes Potential haben können. Denn hätten sie es — wäre z. B. das Quecksilber positiv — so würde jeder fallende Tropfen eine Doppelschicht an seiner Oberfläche bilden, welche $+E$ aus dem Quecksilber wegnähme, und dessen positives Potential kleiner und kleiner machte, bis es dem der Flüssigkeit gleich wäre.

Die Entladung der Berührungsflächen wurde in Hrn. Koenig's Versuchen dadurch erreicht, dass die Quecksilberkuppe leitend verbunden wurde mit einer Elektrode, die aus einem staubförmig herabtröpfelnden Quecksilberstrahle bestand. Eine Bestimmung der Oberflächenspannung unter diesen Verhältnissen ergab nun Werthe, welche thatsächlich mit den früher erhaltenen Maximalwerthen ziemlich genau zusammenfielen. Es ist zu bemerken, dass Versuche dieser Art nur angestellt wurden in $\frac{1}{10}$, 1 und 5 procentiger Schwefelsäure, in Lösungen von Magnesiumsulfat, Natriumsulfat, Chlornatrium und verdünnter Natronlauge. Die geringen Abweichungen, welche sich zeigten, lassen sich wohl dadurch erklären, dass zu beiden Messungen sowohl verschiedene Quecksilber- als Flüssigkeitsmengen benutzt wurden, wodurch eine die Oberflächenspannung beeinflussende Verschiedenheit hinsichtlich der niemals ganz zu vermeidenden Spuren fremdartiger Beimischungen entstand. Dass die erhaltenen Werthe dem gesuchten Maximum wirklich entsprachen, ging daraus hervor, dass bei Einschaltung einer elektromotorischen Kraft, gleichviel welcher Richtung, in den die beiden Elektroden (Quecksilberkuppe und Quecksilberstrahl) verbindenden Draht immer eine Verminderung in der Oberflächenspannung eintrat. Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass die durch die Annahme strenger Giltigkeit des Faraday'schen Gesetzes einerseits, und der Wirkung rein conservativer Kräfte andrerseits geforderte Übereinstimmung in der That besteht.

Um endlich noch zu sehen, wie schnell eine solche von Elektricität freie Oberfläche sich wieder elektrisch lade, wurden in $\frac{1}{10}$ procentiger Schwefelsäure noch folgende Versuche angestellt. Die Entladung bewirkte man entweder dadurch, dass man

die Quecksilberkuppe mit der tröpfelnden Elektrode verband oder die durch die Potentialdifferenz — 0.09 D bezeichnete Stromverzweigung herstellte, den Zustand einige Zeit bestehen liess und dann die Zuleitung zur Quecksilberkuppe unterbrach. Es trat innerhalb weniger Minuten eine Verminderung der Oberflächenspannung ein, welche dann noch mehrere Stunden, allerdings in viel langsamerer Weise, fortwährte und schliesslich bei einem Werthe von 35 bis 36^{mgr} stehen blieb.

Die Construktion des bei diesen Versuchen benutzten Apparates war derart, dass nach einem Fortstossen des obern Theiles des Tropfens sofort neues Quecksilber von unten her empordrang und den Tropfen zur frühern Gestalt ergänzte. Man konnte, nachdem der durch das Fortschleudern in heftige Bewegung gekommene Tropfen wieder seine Gleichgewichtslage angenommen, noch eine geringe Abnahme seiner Oberflächenspannung beobachten. Ob die letztere im ersten Augenblicke nach der Bildung des neuen Tropfens dem früher erhaltenen Maximalwerthe gleich war, wie theoretisch zu vermuthen, liess sich leider wegen der erwähnten unvermeidlichen Schwankungen der ganzen Quecksilbermasse nicht feststellen.

Über die hypothetische Ursache der Veränderung, welche an einer neugebildeten Quecksilberoberfläche vor sich geht, zeigen diese Versuche wenigstens so viel, dass sie in einer durch den elektrolytischen Strom zu beseitigenden, also auch durch den entgegengesetzten Strom hervorzurufenden Veränderung besteht, da sie durch fortdauernde galvanische Ausgleichung der Fläche gegen eine sich fortdauernd erneuernde Tropffläche ferngehalten werden kann. Wäre nach der oben vorgebrachten Hypothese Sauerstoff das in der negativen Grenzschicht des Elektrolyten gesammelte Anion, so wäre dieser Bedingung offenbar Genüge geleistet. Quecksilber, dessen Oberfläche seit längerer Zeit mit einem lufthaltigen Elektrolyten in Berührung ist, wird also im Allgemeinen positiv geladen sein und bedarf der Wasserstoffzuführung durch einen katodischen Strom um in seiner Capillarspannung zuzunehmen. Das ist der von Hrn. Lippmann vorzugsweise beobachtete gewöhnliche Fall. Dehnung der Fläche verdünnt die vorhandene elektrische Doppelschicht derselben und vermindert damit den Potentialunterschied zwischen Quecksilber und Elektrolyten. Dadurch wird die vorhandene elektromotorische Kraft der Zelle in

dem Sinne geändert, dass ein anodischer Strom begünstigt wird. Jenseits des Maximum aber muss sich alles dies umgekehrt verhalten.

Hr. Virchow sprach unter Vorzeigung einer Anzahl Schädel aus den unlängst angekommenen Sammlungen des Reisenden der Humboldt-Stiftung, Dr. O. Finsch, über die Einwohner Mikronesiens.

Hr. Websky legte einen Bericht des Hrn. Prof. Dr. Bauer in Königsberg vor:

Über eine Methode, die Brechungscoëfficienten einaxiger Krystalle zu bestimmen, und über die Brechungscoëfficienten des Brucits.

Es wird wohl allgemein anerkannt werden, dass es von Werth ist, genaue Methoden zur Bestimmung der optischen Constanten der Krystalle in möglichst grosser Anzahl und für alle in der Natur vorkommenden speziellen Verhältnisse zu entwickeln, damit man schliesslich für jeden krystallisirten Körper, seine Natur mag sonst sein, wie sie will, die genannten Bestimmungen ausführen kann. Die beliebteste und häufigst angewendete Methode, die der Prismen, welche auch, an gutem Material richtig durchgeführt unter genauer Berücksichtigung der Orientirung der einzelnen angewandten Prismen, mit die zuverlässigsten Resultate giebt, führt nicht in allen Fällen zum Ziel, namentlich dann nicht, wenn die betreffende Substanz sehr leicht nach einer Fläche spaltbar und zugleich sehr weich ist, so dass man Prismen aus derselben nicht herstellen kann und darauf angewiesen ist, Plättchen zu verwenden, wie sie die Spaltbarkeit der Substanz liefert.

In dem Fall, der hier speziell behandelt werden soll, handelt es sich um einaxige Krystalle, die sehr weich sind und die parallel mit ihrer Basis einen sehr leicht darstellbaren Blätterbruch besitzen, so dass es möglich ist, durch Abspalten genau eben- und parallelflächig begrenzte Plättchen herzustellen, deren Begrenzungsflächen zur optischen Axe genau senkrecht stehen.

Für solche Fälle bietet sich nun unmittelbar und auf den sten Blick die ausgezeichnete und für den praktischen Gebrauch hr bequeme Methode von F. Kohlrausch dar, die Brechungs-ëfficienten mittelst Beobachtung der Totalreflexion an einer Spal-ngsfläche nach dem Eintauchen in Schwefelkohlenstoff zu be-immen. Aber so schätzenswerth diese Methode auch vielfach , so ist doch auch sie nicht in allen Fällen ausführbar und es id besonders zwei Punkte, die in dieser Beziehung von Wichtig-it sind. Einmal setzt die Methode voraus, dass die zu bestim-enden Brechungscoëfficienten kleiner sind, als die des Schwefel-hlenstoffs. Giebt es auch Flüssigkeiten, deren Brechungscoëffi-nten diejenigen der genannten Substanz noch um ein Beträcht-hes übersteigen, so sind sie doch schwer zu erhalten und zum heil stehen ihrer Anwendung sonstige erhebliche Bedenken ent-gen, so dass sie sich wohl schwer als zur beliebigen Verwen-ng stets disponible Dinge in den physikalischen und mineralogi-hen Instituten einbürgern werden.

Sodann ist es absolut erforderlich, dass die als vollkommen en vorausgesetzte Oberfläche, die zur Beobachtung dient, auch gleich vollkommen rein sei, denn da die beobachteten Vorgänge h an der Oberfläche abspielen, so ist die Beschaffenheit der ßeren von wesentlichem Einfluss auf die gewonnenen Resultate, e Quincke[1]) an Quarzplatten gezeigt hat, welche auf der nicht ch gereinigten basischen Fläche Zahlen für die Brechungscoëffi-nten ergeben haben, die von den anderweitig ermittelten richti-n Werthen sehr beträchtlich verschieden waren. Erst nach fri-her sorgfältiger Reinigung beziehungsweise Neupolirung ergaben h die dem Quarz eigenthümlichen Zahlenwerthe, wie Hallock[2]) wiesen hat, und wie auch mir ein zur Constatirung dieses Ver-ltens angestellter Versuch ergab.

Das von mir vorausgesetzte Material liefert nun allerdings berflächen von vollkommener Reinheit, wenn man in der Lage , von den Platten beliebig abspalten zu dürfen. Ist aber der ystall nur in sparsamer Menge vorhanden, so ist das Abspalten unthunlich, ebenso unthunlich ist aber auch das genügende inigen der Oberfläche durch Poliren, da eben die hier zu be-

[1]) Festschrift der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. 1879.

[2]) Wied. Annalen XII. 147. 1881.

trachtenden Substanzen zu solchen Proceduren zu weich sind. Es stellen sich also auch aus diesem Grunde der Methode von Kohlrausch unter Umständen Schwierigkeiten entgegen und es ist somit zuweilen nützlich eine Methode zu haben, die von allen den genannten Übelständen frei ist und welche erlaubt, für jedes basische Plättchen eines jeden beliebigen einaxigen Krystalls ohne Ausnahme die Werthe der Brechungsexponenten zu ermitteln.

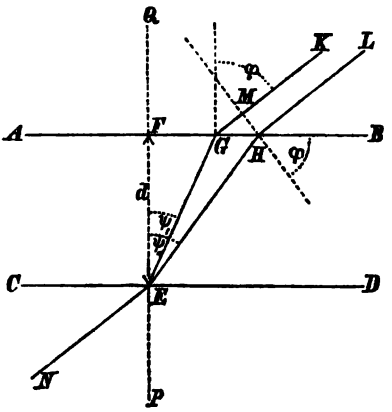
Die hier auseinanderzusetzende Methode schliesst sich eng an diejenige an, welche ich früher zur Bestimmung der Brechungscoëfficienten des Kaliglimmers angewendet habe [1]). Die Idee dazu stammt ebenso wie dort von Hrn. Geheimrath F. E. Neumann, sie ist aber meines Wissens für einaxige Krystalle noch niemals vollständig durchgeführt und es sind Bestimmungen darnach noch nicht ausgeführt, wenigstens ist nichts davon in die Öffentlichkeit gekommen. Ich werde daher die Entwicklung der Formeln hier vollständig durchführen. Auch hier handelt es sich darum, durch Beobachtung der angulären Durchmesser der schwarzen Ringe der Interferenzfigur im Polarisationsinstrument eine Beziehung zwischen der unbekannten Differenz der Quadrate der Elasticitätsaxen: $a^2 - c^2$ und bekannten Grössen zu erhalten und dann aus dieser Differenz und der einen bekannten oder irgendwie zu bestimmenden Elasticitätsaxe a die andere c zu ermitteln.

Es sollen nun hier zunächst die theoretischen Beziehungen auseinandergesetzt werden, welche zwischen $a^2 - c^2$ und gewissen an der Krystallplatte unmittelbar zu ermittelnden Grössen bestehen.

Es sei (Fig. 1) $ABCD$ die zu untersuchende Krystallplatte von der Dicke $EF = d$, deren beide parallele Begrenzungsflächen AB und CD senkrecht zur Richtung der optischen Axe PQ sind. Eine ebene Lichtwelle komme in der Richtung GK oder HL an und treffe auf die Oberfläche AB des Krystalls, deren Normale die Axe PQ ist. Die Welle wird beim Eintritt in den Krystall doppelt gebrochen und zwar in der Art, dass sowohl die gebrochenen Normalen, als die gebrochenen Strahlen in der Einfallsebene bleiben, weil diese ein Hauptschnitt ist. Der Strahl GK der ankommenden Welle wird in G beim Eintritt in den Krystall in zwei Strahlen zerlegt, einen weniger stark gebrochenen und einen stär-

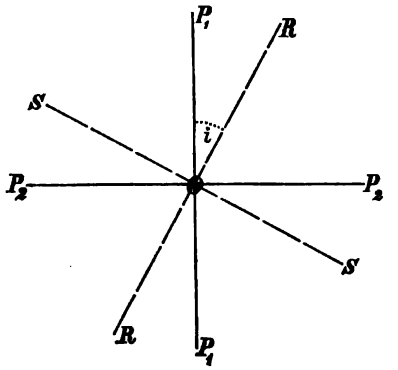
[1]) Monatsberichte der Berliner Akademie 1877 und Tschermak, Mineralog. Mittheilungen, Neue Folge, Bd. I. pag. 14. 1878.

Fig. 1.



ker gebrochenen GE und ebenso der Strahl HL der ankommenden Welle in zwei gebrochene Strahlen, den weniger stark abgelenkten HE und einen stärker abgelenkten, der als für die weiteren Betrachtungen überflüssig in der Figur nicht gezeichnet ist. Die zwei gebrochenen Strahlen GE und HE treffen die Gegenfläche CD in demselben Punkt E, wo sie wieder gebrochen werden und zwar so, dass sie beide nun der Einfallsrichtung GK oder HL parallel werden und sich in der gemeinsamen Richtung EN fortbewegen, so dass sie wenn die einfallenden Strahlen polarisirt waren, und die austretenden Strahlen wieder auf eine Polarisationsebene reduzirt werden, nothwendig interferiren müssen.

Fig. 2.



Es sei nun (Fig. 1) der Einfallswinkel des Strahls $GK = \varphi$ und die Brechungswinkel der gebrochenen Strahlen GE und HE, also die Winkel QEG und QEH seien resp. $= \psi$, und ψ_1. Ferner seien (Fig. 2) die zwei Polarisationsebenen der einfallenden und der austretenden Strahlen P_1 und P_2 senkrecht aufeinander und der Winkel, den der Hauptschnitt, in welchem die Strahlen einfallen, mit der ersten Polarisationsebene P_1 macht, $P_1OR = i$. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen NE, GK und LH in dem die Krystallplatte umgebenden Medium sei v, diejenige des Strahls GE im Krystall $= \sigma_o$ und die des Strahles HE im Krystall $= \sigma_e$; T sei die Schwingungsdauer, welche das angewandte homogene Licht charakterisirt und λ dessen Wellenlänge in der Luft.

Trifft nun die schief einfallende ebene Welle auf die erste Fläche des Krystalls, so ist der Strahl LH bereits an der Grenze zwischen der Luft und dem Krystall angekommen und im Begriff in den letzteren einzudringen, während der Strahl GK noch um die Strecke MG von der Oberfläche des Krystalls entfernt ist, die man erhält, wenn man durch H eine Ebene HM senkrecht zur Einfallsrichtung HL der ankommenden Welle hindurchlegt.

Die Elongation des Strahles HL im Punkt H und zur Zeit t ist nun dargestellt durch die Gleichung:

$$B\cos 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right),$$

wobei die Zeit t von dem Augenblick an gerechnet ist, wo die Elongation ihren grössten Werth erreicht hat, x die Entfernung des leuchtenden Punktes von H und B die Amplitude bedeutet. Dieselbe Elongation hat der Strahl KG im Punkte M, der mit H auf derselben gleichzeitig erschütterten ebenen Wellenfläche HM liegt.

Damit die Erschütterung nun auf beiden Strahlen bis zum Punkt E fortschreiten kann, muss für den Strahl HE die Zeit: $\frac{HE}{\sigma_e}$ und für den Strahl MGE die Zeit: $\frac{MG}{v} + \frac{GE}{\sigma_o}$ verflossen, die Phasen dieser beiden Strahlen im Punkte E müssen also sein:

$$\text{für } HE\text{: } 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} - \frac{HE}{\sigma_e . T}\right)$$

und

$$\text{für } MGE\text{: } 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}-\frac{MG}{v.T}-\frac{GE}{\sigma_0.T}\right).$$

In jedem Augenblick kann jede Verrückung des einfallenden Strahls zerlegt gedacht werden in eine Componente, welche parallel dem Hauptschnitt ist und in eine solche, welche senkrecht darauf steht, so dass die einfallende Bewegung aus zwei senkrecht zu einander polarisirten Strahlen von den Amplituden $B\sin i$ und $B\cos i$ zusammengesetzt gedacht werden kann, vorausgesetzt dass man die Polarisationsebene und die Schwingungsebene als übereinstimmend annimmt. Von diesen beiden Bewegungscomponenten kann als ordentlicher Strahl nur die parallel dem Hauptschnitt polarisirte, als ausserordentlicher Strahl dagegen nur die senkrecht dazu polarisirte eindringen. Die Amplitude des Strahles GE ist also proportional mit $B\sin i$ und die des Strahls HE proportional mit $B\cos i$, folglich sind die Verrückungen auf beiden Strahlen im Punkte E und zur Zeit t:

$$\text{für } HE\text{: } B\cos i.\cos 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}-\frac{HE}{\sigma_e.T}\right),$$

$$\text{für } GE\text{: } B\sin i.\cos 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}-\frac{MG}{v.T}-\frac{GE}{\sigma_0.T}\right),$$

wobei man aber beide Werthe noch mit einem constanten Faktor multipliciren müsste, welcher ausdrückt, dass nicht das ganze einfallende Licht in den Krystall eindringt, sondern zum Theil an der Oberfläche der Platte reflektirt wird und der auch auf die mangelhafte Durchsichtigkeit der Polarisationsvorrichtungen Rücksicht nehmen könnte, welchen Faktor man sich aber der Einfachheit wegen im Folgenden mit B vereinigt denken kann.

Bei E treten nun die beiden Strahlen in einer Richtung parallel der Einfallsrichtung der Strahlen HL aus dem Krystall aus und werden demnächst auf die zweite Polarisationsebene P_2, die zu P_1 senkrecht ist, reduzirt. Diess geschieht durch das zweite Polarisationsmittel (Nicol'sches Prisma), das vom Krystall die Entfernung y haben soll. Demnach sind die Elongationen auf den zwei Strahlen, wenn sie das zweite Polarisationsmittel verlassen:

$$\text{für } HE\text{: } B\cos i.\sin i.\cos 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}-\frac{HE}{\sigma_e.T}-\frac{y}{\lambda}\right),$$

$$\text{für } GE\text{: } B\sin i.\cos i.\cos 2\pi\left(\frac{t}{T}-\frac{x}{\lambda}-\frac{GM}{v.T}-\frac{GE_1}{\sigma_e.T}-\frac{y}{\lambda}\right).$$

In dem durch die zwei letzten Formeln gegebenen Zustande müssen nun die zwei Strahlen interferiren und es muss ein neuer Strahl aus der Vereinigung der beiden entstehen, dessen Intensität A^2 hier ausschliesslich von Interesse ist. Der Werth für A^2 folgt nun unmittelbar aus der Fresnel'schen Interferenzformel (Fresnel'sches Parallelogramm) und zwar ist:

$$A^2 = 2B^2\cos^2 i.\sin^2 i - 2B^2.\sin^2 i.\cos^2 i.\cos\frac{2\pi}{T}\left(\frac{GM}{v}+\frac{GE}{\sigma_0}-\frac{HE}{\sigma_e}\right).$$

Führt man nun für die Dicke der Platte und die verschiedenen Winkel die oben schon angegebenen Buchstaben ein, so erhält man:

$$GE = \frac{d}{\cos\psi_,} \text{ und } HE = \frac{d}{\cos\psi_{,,}}$$

und ferner:

$$GM = GH.\sin\varphi.$$

Es ist aber:

$$GH = FH - FG = d\,\mathrm{tg}\psi_{,,} - d\,\mathrm{tg}\psi_,,$$

somit:

$$GM = d(\mathrm{tg}\psi_{,,} - \mathrm{tg}\psi_,)\sin\varphi$$

und damit wird in dem Ausdruck für A^2 die Klammer:

$$\left(\frac{GM}{v}+\frac{GE}{\sigma_0}-\frac{HE}{\sigma_e}\right)$$

$$= \left(\frac{d(\mathrm{tg}\psi_{,,}-\mathrm{tg}\psi_,)\sin\varphi}{v}+\frac{d}{\sigma_0\cos\psi_,}-\frac{d}{\sigma_e\cos\psi_{,,}}\right)$$

$$= \frac{d}{\cos\psi_,}\left(\frac{1}{\sigma_0}-\frac{\sin\varphi.\sin\psi_,}{v}\right)-\frac{d}{\cos\psi_{,,}}\left(\frac{1}{\sigma_e}-\frac{\sin\varphi.\sin\psi_{,,}}{v}\right).$$

Dieser Ausdruck wird nun umgestaltet, indem man statt der Neigungswinkel $\psi_,$ und $\psi_{,,}$ der gebrochenen Strahlen gegen die Axe die entsprechenden Neigungswinkel $\varphi_,$ und $\varphi_{,,}$ der gebrochenen Wellennormalen einführt.

Dann wird man im ersten Gliede, das sich auf den im Hauptschnitt polarisirten, also auf den ordentlichen Strahl bezieht, zu-

nächst ψ, einfach zu ersetzen haben durch $\varphi_{,}$, weil beim ordentlichen Strahl wie in einem isotropen Medium die gebrochene Wellennormale und der gebrochene Strahl zusammenfallen und ebenso ist r_0 zu ersetzen durch den constanten Werth $a = \frac{1}{\alpha}$, wo α der ordentliche Brechungscoefficient der Substanz ist. Setzt man dann ferner aus der Gleichung:

$$\frac{\sin\varphi}{v} = \frac{\sin\varphi_{,}}{a}$$

den Werth:

$$\sin\varphi = \frac{v}{a}\sin\varphi_{,}$$

ein, so wird das erste Glied obiger Gleichung:

$$\frac{1}{a} - \frac{\sin\varphi.\sin\varphi_{,}}{v} = \frac{1}{a}(1 - \sin^2\varphi_{,}) = \frac{\cos^2\varphi_{,}}{a}.$$

Das zweite Glied bezieht sich auf den ausserordentlichen Strahl. Ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der ausserordentlichen Welle in der betreffenden Richtung $= e$, so ist:

$$\sin\varphi = \frac{v}{e}\cdot\sin\varphi_{,,}.$$

also:

$$\frac{\sin\varphi}{v} = \frac{\sin\varphi_{,,}}{e},$$

Ferner ist nach einer bekannten Formel aus der Theorie der doppelten Strahlenbrechung:

$$\cos(\psi_{,,} - \varphi_{,,}) = \frac{e}{\sigma_e}$$

oder:

$$\frac{1}{\sigma_e} = \frac{\cos(\psi_{,,} - \varphi_{,,})}{e}$$

somit wird:

$$\frac{d}{\cos\psi_{,,}}\left(\frac{1}{\sigma_e} - \frac{\sin\varphi.\sin\psi_{,,}}{v}\right)$$

$$= \frac{d}{\cos\psi_{,,}}\left[\frac{\cos(\psi_{,,} - \varphi_{,,})}{e} - \frac{\sin\varphi_{,,}.\sin\psi_{,,}}{e}\right]$$

$$= \frac{d}{\cos\psi_{,,}}\cdot\frac{\cos\varphi_{,,}.\cos\psi_{,,}}{e} = \frac{d\cos\varphi_{,,}}{e},$$

und damit wird endlich der obige Ausdruck für die Intensität:

$$A^2 = 2B^2\sin^2 i.\cos^2 i - 2B^2\sin^2 i.\cos^2 i.\cos\frac{2\pi d}{T}\left(\frac{\cos\varphi_,}{a} - \frac{\cos\varphi_{,,}}{e}\right).$$

Nun ist aber:

$$\cos\frac{2\pi d}{T}\left(\frac{\cos\varphi_,}{a} - \frac{\cos\varphi_{,,}}{e}\right) = 1 - 2\sin^2\frac{\pi d}{T}\left(\frac{\cos\varphi_,}{a} - \frac{\cos\varphi_{,,}}{e}\right),$$

also:

$$A^2 = 2B^2\sin^2 i.\cos^2 i - 2B^2\sin^2 i.\cos^2 i\left\{1 - 2\sin^2\frac{\pi d}{T}\left(\frac{\cos\varphi_,}{a} - \frac{\cos\varphi_{,,}}{e}\right)\right\}$$

$$= 4B^2\sin^2 i.\cos^2 i + 4B^2\sin^2 i.\cos^2 i.\sin^2\frac{\pi d}{T}\left(\frac{\cos\varphi_,}{a} - \frac{\cos\varphi_{,,}}{e}\right).$$

Berücksichtigt man nun, dass:

$$a = \frac{v\sin\varphi_,}{\sin\varphi},$$

$$e = \frac{v\sin\varphi_{,,}}{\sin\varphi},$$

$$T = \frac{\lambda}{v},$$

so wird:

$$A^2 = 4B^2\sin^2 i.\cos^2 i$$
$$+ 4B^2\sin^2 i.\cos^2 i.\sin^2\frac{\pi d v}{\lambda}\left(\frac{\cos\varphi_,.\sin\varphi}{v.\sin\varphi_,} - \frac{\cos\varphi_{,,}.\sin\varphi}{v.\sin\varphi_{,,}}\right)$$

$$= 4B^2\sin^2 i.\cos^2 i + 4B^2\sin^2 i.\cos^2 i.\sin^2\frac{\pi d}{\lambda}.\frac{\sin(\varphi_{,,} - \varphi_,)}{\sin\varphi_,\sin\varphi_{,,}}.\sin\varphi.$$

Für gewisse Werthe des Neigungswinkels φ treten nun Maxima und für andere Minima der Intensität ein, und für jeden Winkel φ, wo letzteres der Fall ist, erhält man einen dunkeln Ring in der Interferenzfigur. Die Bedingung für einen dunkeln Ring ist also, da in obiger Gleichung für A^2 das erste Glied kein φ enthält:

$$A^2 = 4B^2\sin^2 i.\cos^2 i.\sin^2\frac{\pi d}{\lambda}.\frac{\sin(\varphi_{,,} - \varphi_,)}{\sin\varphi_,.\sin\varphi_{,,}}\sin\varphi = \min$$

oder, da der Coëfficient $4B^2\sin^2 i.\cos^2 i$ ebenfalls von φ unabhängig

ist, so erhält man auch als Bedingung für ein Minimum der Intensität:

$$\sin\frac{\pi d}{\lambda}\cdot\frac{\sin(\varphi_{,,}-\varphi_{,})}{\sin\varphi_{,}.\sin\varphi_{,,}}\sin\varphi = \min,$$

welche Bedingung erfüllt ist, wenn dieser sinus gleich Null wird.

Zunächst kann aber dieser Ausdruck noch weiter umgestaltet werden.

Nach Fresnel existirt für jeden beliebigen zweiaxigen Krystall die Beziehung:

$$e^2 = \frac{a^2+c^2}{2}+\frac{a^2-c^2}{2}\cos(U+V),$$

wo a und c die grösste und kleinste Elasticitätsaxe bedeutet, und e die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Wellennormale, die mit den optischen Axen die Winkel U und V macht. Für den vorliegenden Fall eines einaxigen Krystalls ist $U = V$ der Winkel der Wellennormale mit der optischen Axe und a und c sind die zwei Elasticitätsaxen. Man erhält dann:

$$e^2 = \frac{a^2+c^2}{2}+\frac{a^2-c^2}{2}\cos 2U,$$

Da ferner:

$$\frac{\sin^2\varphi}{v^2} = \frac{\sin^2\varphi_{,,}}{e^2}$$

ist, so ist:

$$\sin^2\varphi_{,,} = \left(\frac{a^2+c^2}{2}+\frac{a^2-c^2}{2}\cos 2U\right)\frac{\sin^2\varphi}{v^2}$$

$$= \left\{a^2-(a^2-c^2)\sin^2U\right\}\frac{\sin^2\varphi}{v^2}.$$

Weiter ist:

$$\sin^2\varphi_{,} = \frac{a^2}{v^2}\sin^2\varphi,$$

somit:

$$\sin^2\varphi_{,,}-\sin^2\varphi_{,} = \frac{a^2\sin^2\varphi}{v^2}-\frac{a^2-c^2}{v^2}\sin^2U.\sin^2\varphi-\frac{a^2}{v^2}\sin^2\varphi$$

$$= \frac{c^2-a^2}{v^2}\sin^2U.\sin^2\varphi.$$

Es ist aber auch:

$$\sin^2\varphi_{,,}-\sin^2\varphi_{,} = \sin(\varphi_{,,}+\varphi_{,}).\sin(\varphi_{,,}-\varphi_{,}),$$

somit:

$$\sin(\varphi_{,,}-\varphi_{,}) = \frac{c^2-a^2}{v^2}\cdot\frac{\sin^2 U.\sin^2\varphi}{\sin(\varphi_{,,}+\varphi_{,})},$$

und folglich erhält man als Bedingung für ein Minimum der Intensität:

$$0 = \sin\frac{\pi d}{\lambda}, \frac{(c^2-a^2)\sin^2 U.\sin^2\varphi}{v^2.\sin(\varphi_{,,}+\varphi_{,}).\sin\varphi_{,}.\sin\varphi_{,,}}.$$

Bis hierher ist die Entwicklung vollkommen streng, wir werden aber im Ferneren berücksichtigen, dass die Winkel $\varphi_{,}$ und $\varphi_{,,}$ sehr wenig von einander verschieden sind und werden sie daher geradezu einander gleich setzen. Man begeht dabei einen Fehler, welcher der Vernachlässigung von höheren Potenzen der sehr kleinen Differenz c^2-a^2 entspricht. Setzt man also $\varphi_{,}=\varphi_{,,}$ und bemerkt ferner, dass der Winkel U, den die ausserordentliche Wellennormale mit der Axe macht, dann ebenfalls gleich $\varphi_{,}$ ist, so erhält man:

$$0 = \sin\frac{\pi d}{\lambda}\cdot\frac{(c^2-a^2)\sin^2\varphi}{v^2.\sin^2\varphi_{,}},$$

und da:

$$\sin 2\varphi_{,} = 2\sin\varphi_{,}.\cos\varphi_{,} = 2\sin\varphi_{,}\sqrt{1-\sin^2\varphi_{,}}$$

und:

$$\sin\varphi_{,} = \frac{a}{v}\sin\varphi,$$

so ist:

$$\sin 2\varphi_{,} = 2\cdot\frac{a}{v}\sin\varphi\sqrt{1-\frac{a^2}{v^2}\cdot\sin^2\varphi_{,}},$$

und somit:

$$0 = \sin\frac{\pi d}{\lambda}\cdot\frac{(c^2-a^2)\sin^2\varphi}{2av.\sqrt{1-\frac{a^2}{v^2}\sin^2\varphi}}.$$

Nimmt man nun an, das die Krystallplatte umgebende Medium sei Luft, in der die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen gleich 1 ist, setzt man also in der Formel: $v=1$, so erhält man:

$$0 = \sin\left\{\frac{d}{\lambda}\cdot\frac{\sin^2\varphi}{\sqrt{1-a^2\sin^2\varphi}}\cdot\frac{c^2-a^2}{2a}\cdot\pi\right\}.$$

Dieser Sinus bekommt den Werth Null, wenn der betreffende Bo-

gen $= n.\pi$ ist, wo n jede beliebige ganze Zahl, die 0 inbegriffen, bedeutet. Man erhält also ein Minimum der Intensität, wenn:

$$\frac{d}{\lambda}\cdot\frac{\sin^2\varphi}{\sqrt{1-a^2\sin^2\varphi}}\cdot\frac{c^2-a^2}{2a}\cdot\pi = n\pi$$

oder:

$$\frac{d}{\lambda}\cdot\frac{\sin^2\varphi}{\sqrt{1-a^2\sin^2\varphi}}\cdot\frac{c^2-a^2}{2a} = n = 0, 1, 2, 2, \ldots$$

wobei natürlich der Werth $n = 0$ dem dunkeln Mittelpunkt, die Werthe $n = 1, 2, 3 \ldots$ dem ersten, zweiten, dritten etc. dunkeln Ringe der Interferenzfigur entsprechen.

Dass diese Formel unter den angegebenen Voraussetzungen richtig ist, folgt auch daraus, dass sie sich als ein spezieller Fall derjenigen allgemeinen Formel für zweiaxige Krystalle erweist, die ich a. a. O. zur Bestimmung der Brechungscoëfficienten des Kaliglimmers aus den angulären Entfernungen der schwarzen Lemniskaten benützte und welche lautet:

$$\pm n = \frac{d(a^2-c^2)}{2\lambda b^2}\cdot\frac{\sin u_1.\sin v_1}{\cos\varphi_1}.$$

Setzt man hier, wie es für einaxige Krystalle sein muss: $b = a$; $u_1 = v_1 = \varphi_1$ und benützt für den letzteren Winkel den Buchstaben φ_1, so erhält man:

$$n = \frac{d(a^2-c^2)\sin^2\varphi_1}{2\lambda a^2.\cos\varphi_1} = \frac{d(a^2-c^2)\sin^2\varphi_1}{2\lambda a^2.\sqrt{1-\sin^2\varphi_1}}.$$

Da aber φ_1 hier der innere Winkel ist, d. h. der Winkel, den im Innern des Krystalls die Wellennormale mit der optischen Axe macht, so ist wenn φ den entsprechenden äusseren Winkel in der Luft bedeutet:

$$\sin\varphi_1 = a\sin\varphi,$$

und also:

$$n = \frac{d(a^2-c^2)a^2\sin^2\varphi}{2\lambda a^2.\sqrt{1-a^2\sin^2\varphi}} = \frac{d}{\lambda}\cdot\frac{\sin\varphi}{\sqrt{1-\sin^2\varphi}}\cdot\frac{a^2-c^2}{2a},$$

also genau obige Formel für einaxige Krystalle. Man sieht also hieraus auch, dass beiden Formeln, der für einaxige und der für zweiaxige Krystalle, gleichartige Voraussetzungen zu Grunde liegen.

Von den in der Schlussformel verstandenen Werthen ist nun λ die bekannte Wellenlänge des angewandten homogenen Lichts,

die Dicke d lässt sich stets unschwer mit dem Sphärometer genau bestimmen, und endlich lassen sich die Winkel φ, die Winkel, welche die den schwarzen Ringen entsprechenden Strahlen in der Luft mit der Axe bilden, die sogenannten scheinbaren angulären Halbmesser der schwarzen Ringe, messen. Dann bleiben als Unbekannte übrig: a und $c^2 - a^2$. Kann man von diesen noch a auf irgend eine Weise ermitteln, so ist damit auch $c^2 - a^2$ und damit c^2 und c selbst bekannt.

Vor der praktischen Anwendung ist es aber zweckmässig, die Formel noch etwas anders zu schreiben, da die Differenz im Nenner die unmittelbare Anwendung der Logarithmen nicht zulässt. Setzt man nun:

$$a \sin\varphi = \sin\alpha ,$$

so wird:

$$\sqrt{1 - a^2 \sin^2\varphi} = \cos\alpha$$

und darnach die obige Formel:

$$\frac{d}{\lambda} \cdot \frac{\sin^2\varphi}{\cos\alpha} \cdot \frac{c^2 - a^2}{2a} = n,$$

welche Schreibweise nun eine vollkommen bequeme Berechnung ermöglicht.

Zieht man nun aus diesen Gleichungen die Unbekannten heraus, so ist, wenn man a als auf irgend eine Weise ermittelt voraussetzt:

$$c^2 - a^2 = \frac{\cos\alpha}{\sin^2\varphi} \cdot \frac{2a\lambda}{d} \cdot n$$

oder wenn man den für alle Ringe constanten Werth: $\frac{2a\lambda}{d} = C$ setzt:

$$c^2 - a^2 = n . C \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin^2\varphi}$$

und für die einzelnen Ringe:

$$\text{1. Ring: } c^2 - a^2 = 1 . C \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin^2\varphi_1}$$

$$\text{2. Ring: } c^2 - a^2 = 2 . C \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin^2\varphi_2}$$

$$\text{3. Ring: } c^2 - a^2 = 3 . C \cdot \frac{\cos\alpha}{\sin^2\varphi_3}$$

. . . . . .

wo φ_1 der Halbmesser für den ersten Ring etc. bedeutet. Es ergiebt sich also für jeden Ring, dessen Durchmesser man messen kann, eine Gleichung, die einen Werth für $c^3 - a^3$ liefert und da man oft bis zu zehn und noch mehr Ringe messen kann, wenn die Verhältnisse günstig sind, so erhält man zur Bestimmung von $c^3 - a^3$ zehn oder noch mehr Gleichungen, was die Zuverlässigkeit und Brauchbarkeit der Methode wesentlich erhöht.

Geht man nun über zu der praktischen Ausführung der nothwendigen Messungen, so ist also φ und a zu ermitteln. Wir wenden uns zuerst zur Bestimmung der Werthe von φ für die verschiedenen schwarzen Ringe.

Die Messung von φ geschah wieder, wie bei den entsprechenden Winkeln bei der Bestimmung der Hauptbrechungscoëfficienten des Glimmers [1]) am Goniometer. Die Krystallplatte wurde so an demselben befestigt, dass die Krystallaxe der Theilkreisebene parallel oder was dasselbe ist, die basischen Flächen der Krystallplatte der Drehaxe parallel waren. Diess wird durch Spiegelung eines Lichtpunkts leicht erreicht. Das Interferenzbild wird ebenfalls wieder hervorgebracht. Es ist das dieselbe Methode, die F. E. Neumann zuerst bei der Bestimmung der optischen Constanten des Gypses [2]) anwandte und die dann auch sonst, diesem Vorgang folgend, später angewandt worden ist, so u. A. auch von Des Cloizeaux [3]). Man bringt dicht hinter die Krystallplatte einen Nicol genau in die Verlängerung des vor der Platte feststehenden Goniometerfernrohrs, so dass also die Richtungen der Axen des Nicols und des Fernrohrs zusammenfallen. Das Fernrohr ist mit einem zweiten Nicol versehen, dessen Polarisationsebene mit der des ersten Nicols 90° macht und die Polarisationsebenen beider Nicols sind, die eine nach rechts, die andere nach links um 45° gegen den Horizont geneigt. Beleuchtet man dann das Ganze in zweckmässiger Weise mit dem Licht einer weissen Wolke oder mit homogenem Lichte, so entsteht das Interferenzbild der einaxigen Krystalle mit einem schwarzen Kreuz, dessen Arme

---

[1]) Sitzungsber. Berl. Akad. 22. Nov. 1877, S. 684 und Tschermak, Mineralog. Mittheilungen 1878. S. 14 ff.

[2]) Pogg. Ann. Bd. 27, S. 240. 1833.

[3]) Mémoire sur l'emploi du microscope polarissant. Ann. des mines. 6. sér. t. VI. 1864. Sep.-Abdr. p. 20.

gegen den Horizont ebenfalls nach beiden Seiten um 45° geneigt sind und an der man die scheinbaren angulären Durchmesser 2φ oder Halbmesser φ der schwarzen Ringe, als der Stellen, wo die Interferenzvorgänge das Minimum der Intensität hervorgebracht haben bei Anwendung des entsprechenden homogenen Lichtes unmittelbar messen kann, nachdem man das Fernrohr in geeigneter Weise auf die Interferenzfigur eingestellt hat.

Dass durch eine Anordnung wie die angedeutete wirklich analog wie bei der Turmalinzange, die Interferenzfigur entsteht, ist unschwer einzusehen. Bei der Beleuchtung des polarisirenden Nicols mit diffusem Licht werden nothwendig nach allen möglichen Richtungen innerhalb des Öffnungswinkels des Nicols Parallelstrahlenbündel durch den Nicol und sodann auch durch die unmittelbar vor dem Nicol aufgestellte Krystallplatte gehen müssen, die nach dem Durchgang durch den Krystall auf die Objektivlinse des Beobachtungsfernrohrs fallen, mittelst welcher alle diese Parallelstrahlenbündel dann wieder nach dem Okular hin convergent gemacht werden, so dass gleichzeitig eine grosse Anzahl solcher verschieden gegen die Krystallaxe geneigter Strahlenbündel in's Auge kommt, die wenn der analysirende Nicol in entsprechender Weise angebracht ist, das Ringsystem erzeugen. Die passende Einstellung des Fernrohrs kann leicht durch Probiren ermittelt werden, unter Umständen ist es zweckmässig, wenn letzteres eine zum Verschieben eingerichtete VorsteckIupe besitzt, diese in einer passenden Entfernung von dem Objektiv, die ebenfalls leicht durch Probiren festgestellt werden kann, einzuschalten. Es ist auf diese Weise also zweifellos möglich, das Interferenzbild zu erzeugen, aber man erhält so, wie ebenfalls leicht einzusehen ist, ein sehr beschränktes Gesichtsfeld und auch die Lichtstärke des Bildes ist nicht so, wie in einem Nörrembergischen Instrument. Das geringe Gesichtsfeld ist aber in unserem Fall ohne üble Folgen, da man ja immer nur einen einzigen Punkt auf das Fadenkreuz einzustellen braucht und da die sämmtlichen hergehörigen Punkte alle beim Drehen der Goniometeraxe allmählig durch das Fadenkreuz wandern müssen. Die Helligkeit des Bildes ist stets genügend, wenn die Krystallplatte nicht zu klein ist; in diesem Fall muss dann eine andere Anordnung getroffen werden und man kann dann vielleicht statt des einfachen polarisirenden Nicols, den Nicol sammt dem Beleuchtungslinsensystem eines Nörrembergischen Polarisations-

nstruments verwenden, beispielsweise die ganze unter dem Krystall-räger befindliche Parthie des Fuess'schen Instruments, die ja be-iebig herausgenommen werden kann, und man kann dann das Ganze ihnlich anordnen, wie bei dem horizontalen Polarisationsinstrument. n allen Fällen hat man aber darauf zu sehen, dass die einzelnen Theile dieser Zusammenstellung alle in ihrer richtigen Lage sich befinden, sonst erhält man kein tadelloses Interferenzbild, man wird es aber leicht dahin bringen, alle Theile richtig aufzustellen.

Um den ordentlichen Brechungscoëfficienten α zu erhalten, der dann mittelst der Durchmesser der Ringe den andern, den ausser-ordentlichen, liefert, habe ich ebenfalls wieder dieselbe Methode benutzt, wie beim Glimmer, die Messung der Verschiebung eines Mikroskops, die nöthig ist, um nach Auflegen des Plättchens einen vorher scharf gesehenen Punkt wieder scharf einzustellen. Diese Methode giebt im Allgemeinen Werthe, deren zwei erste Dezimal-stellen richtig sind, vorausgesetzt dass das Plättchen eben und gut durchsichtig ist.

Als Beispiel einer Bestimmung nach dieser Methode habe ich den bisher in Bezug auf seine Brechungsverhältnisse noch unbe-kannten Brucit gewählt. Die Werthe der Brechungsindices desselben lassen sich auch durch Totalreflexion bestimmen, woraus sich dann eine gegenseitige Controle der gefundenen Werthe ergiebt. Das Material zu der Untersuchung ist theils dem Königsberger Mineralogischen Universitätsinstitut entnommen, zum Theil wurde es in dankenswerther Weise von den Herren Websky, Klein und Liebisch zur Verfügung gestellt. Es war nöthig, eine grosse Anzahl von Stücken zu zerspalten, um ein einigermaassen ge-nügendes Plättchen zu erhalten, da der Brucit vielfach nicht durchsichtig oder ebenflächig genug ist, und da er namentlich ganz ausserordentlich stark durch innere Spannungen in seinen optischen Eigenschaften modificirt ist. Die allermeisten Plättchen, die mein Material lieferte, zeigten im parallelen polari-sirten Licht, bei gekreuzten Nicols keineswegs und bei keiner Stellung des Plättchens, Dunkelheit, sondern ein bläuliches mehr oder weniger regelmässiges Gitterwerk und im convergenten Licht nicht die regelmässige Interferenzfigur der einaxigen Krystalle mit den concentrischen Ringen und dem unveränderlichen schwarzen Kreuz, sondern es waren mehr oder weniger stark in die Länge gezogene, zuweilen sogar ganz unregelmässige Figuren und das

schwarze Kreuz trennte sich beim Drehen in zwei Hyperbeläste, deren Scheitel sich von einander mehr oder weniger weit entfernten. Diese fast bei allen Plättchen beobachteten Erscheinungen könnten vielleicht den Gedanken erwecken, dass die Substanz zweiaxig sei mit kleinem Axenwinkel. Aber der Zusammenhang jener Abweichungen vom Verhalten eines regelmässig gebildeten einaxigen Krystalls mit Pressungen und Spannungen wird durch das Verhalten im parallelen polarisirten Licht doch zu deutlich gezeigt, die scheinbaren Axenwinkel sind sogar an verschiedenen Stellen eines und desselben Plättchens zu sehr verschieden, und die scheinbar zweiaxigen Interferenzcurven im convergenten Licht oft so unregelmässig und von den Interferenzcurven wirklich zweiaxiger Krystalle verschieden, dass in Übereinstimmung mit allen bisherigen Angaben, der einaxige Charakter des Brucits festzuhalten ist, um so mehr, als man auch ab und zu Plättchen erhielt, die das Axenbild einaxiger Krystelle in genügender Regelmässigkeit zeigen.

Zur Untersuchung benutzt wurde ein Plättchen, das vollkommen durchsichtige Stellen hatte, und von diesen wurde zur Beobachtung diejenige ausgesucht, welche das schwarze Kreuz und die Ringe am regelmässigsten erkennen liess, das Übrige wurde mit Tusche geschwärzt. Allerdings glaubte man im Polarisationsinstrument den einen Durchmesser der Ringe für etwas grösser halten zu müssen, als den darauf senkrechten, aber der Unterschied war höchst unbedeutend und die exakte Messung ergab auch kaum einen Unterschied der beiden Richtungen und endlich waren im parallelen polarisirten Licht nur Spuren von Störungen zu erkennen. Das Plättchen hatte die verhältnissmässig bedeutende mit dem Sphärometer gemessene Dicke von $1^{mm},258$, was von Wichtigkeit ist, da die Fehler der Bestimmung der Dicke um so mehr ins Gewicht fallen, und das Gesammtresultat beeinträchtigen je geringer diese ist. Diese bedeutende Dicke war auch mit ein Hauptgrund, warum gerade dieses Plättchen gewählt wurde. Alle Messungen wurden in rothem Licht angestellt mit Hülfe eines rothen Glases, des Strahlen von einer mittleren Wellenlänge von $0^{mm},000643$ durchlässt, welche Zahl also im künftigen für λ einzusetzen ist.

Was zunächst die Bestimmung des ordentlichen Brechungscoëfficienten α unter dem Mikroskop anbelangt, so ergaben 6 Mes-

sungsreihen, die bei einer Temperatur von 18—20° C. angestellt wurden, im Mittel eine Verschiebung: $v = 0^{mm},451$, was in Verbindung mit der Dicke des Plättchens: $d = 1^{mm},258$ aus der Formel:

$$\alpha = \frac{d}{d - v}$$

ergab:

$$\alpha = 1{,}559\ ,$$

worin die beiden ersten Dezimalen jedenfalls sicher sind, die dritte Stelle ist aber um einige Einheiten unsicher. Daraus ergiebt sich die Länge der Elasticitätsaxe:

$$a = \frac{1}{\alpha} = 0{,}6414.$$

Zur Messung der Halbmesser der Ringe wurde die Platte in der oben angegebenen Weise parallel mit der Drehaxe eingestellt. Die Nicols waren, wie schon erwähnt, so gestellt, dass ihre Polarisationsebenen nach rechts und links Winkel von 45° mit dem Horizont machten, was eine Stellung des schwarzen Kreuzes derart ergab, dass seine zwei Balken nach rechts und links ebenfalls 45° mit dem Horizont machten. Es wurde also die höchste und die niedrigste Stelle der Ringe, auf welche bei der Messung eingestellt werden musste, nicht von einem Balken des schwarzen Kreuzes getroffen, was natürlich jedes scharfe Einstellen gehindert haben würde. Das Fadenkreuz wurde auf jeden Ring eingestellt, und zwar einmal auf den oberen, sodann auf den unteren Schnittpunkt desselben mit dem Vertikalfaden und es konnten so im Ganzen die Durchmesser von 10 Ringen bestimmt werden. Es waren deren zwar noch mehr sichtbar, sie wurden aber allmählig immer undeutlicher und dadurch die Messung unsicherer, und es wurde aus diesem Grunde nicht über den zehnten Ring hinausgegangen. Auf das Centrum, den Schnitt der zwei Kreuzbalken, wurde nicht eingestellt, da es durch einen zu grossen, das Gesichtsfeld fast ganz erfüllenden schwarzen Fleck repräsentirt war; auch die nächstfolgenden Ringe waren noch ziemlich breit und die Einstellung darauf in Folge dessen etwas unsicherer, als bei dem dritten bis achten Ring, von welchem an die sich allmählig einstellende Lichtschwäche und Undeutlichkeit sich als hinderlich erwiesen, so dass die mittleren Ringe die genauesten Messungen er-

gaben. Es wurden im Ganzen zwölf Beobachtungsreihen abgelesen, deren jede die Durchmesser sammtlicher Ringe enthielt, und für jede solche Ablesungsreihe die Platte neu eingestellt. Eine Ablesung für jeden Ring konnte bei jeder Neueinstellung als genügend erachtet werden, da der Fehler der Einstellung des Fadenkreuzes auf die Ringe sehr gering waren im Vergleich mit den aus der Einstellung der Platte resultirenden, wie ein zu diesem Zweck angestellten Versuch ergab. Dabei war das eine mal die eine Begrenzungsfläche des Plättchens, das andere mal die gegenüberliegende nach vorn hin gekehrt. Da dieser Umstand aber keinen merklichen Einfluss ausübte, so wurde weiterhin darauf keine besondere Rücksicht genommen. Dagegen wurde die eine Hälfte der Beobachtungsreihen bei einer gewissen (ersten) Stellung des Plättchens abgelesen, die zweite Hälfte dagegen bei einer zweiten Stellung, die man erhielt, wenn man das Plättchen in seiner Ebene, also um seine Axe, um ungefähr 90° drehte, so dass der eine schwarze Arm bei der ersten Stellung ungefähr die Lage des andern schwarzen Arms der Interferenzfigur bei der zweiten Stellung erhielt. Der Zweck davon war durch Messung zweier auf einander nahezu senkrechter Systeme von Durchmessern einen genaueren Einblick in die etwaigen Unregelmässigkeiten der Interferenzfigur zu bekommen. Bei jeder Beobachtungsreihe wurde zuerst auf den äussersten Ring auf der einen Seite des Centrums eingestellt, dann auf den zweiten, dritten, und so fort über das Centrum hinaus bis zum entsprechenden letzten auf der andern Seite desselben. Die abgelesenen Winkel ergaben durch Subtraktion die angulären Distanzen je zweier benachbarter Ringe und diese ihrerseits durch Addition der entsprechenden Werthe die scheinbaren angulären Halbmesser der Ringe d. h. die Winkel φ unserer Formel.

Die aus je sechs Einzelwerthen für jede der beiden Stellungen erhaltenen Halbmesser φ sind mit einer Unsicherheit behaftet, die noch nicht ganz eine Minute beträgt, doch sind jedenfalls die bei der Berechnung der Mittel sich ergebenden Bruchtheile der Minuten nicht mehr ganz zuverlässig und daher hier nicht weiter berücksichtigt, sondern durch Abrunden entfernt.

In der nachfolgenden Tabelle enthält die erste Vertikalreihe die Nummern der Ringe, auf welche sich die in den folgenden Reihen angegebenen Zahlen beziehen; die zweite Reihe enthält

das Mittel aus den sechs Ablesungen bei der einen, die dritte das Mittel aus den sechs Ablesungen bei der anderen Stellung des Plättchens, bei der es um 90° in seiner Ebene gedreht war; und endlich die vierte Reihe das Gesammtmittel aus allen zwölf Beobachtungsreihen, wobei die Entfernungen der einzelnen Ringe unterhalb und oberhalb des Centrums zu einem Mittel zusammengefasst sind, so dass also in der zweiten und dritten Reihe die Zahlen Mittel aus zwölf, in der vierten Reihe aus vierundzwanzig Einzelbeobachtungen sind.

Scheinbare Winkel zwischen den Ringen.	1. Stellung.	2. Stellung.	Gesammtmittel.
10 und 9	2° 50′	2° 50′	2° 50′
9 und 8	3° 0′	2° 59′	2° 59½′
8 und 7	3° 5′	3° 3′	3° 4′
7 und 6	3° 17′	3° 14′	3° 15½′
6 und 5	3° 23′	3° 26′	3° 24½′
5 und 4	3° 44′	3° 42′	3° 43′
4 und 3	4° 10′	4° 5′	4° 7½′
3 und 2	4° 50′	4° 54′	4° 52′
2 und 1	6° 18′	6° 17′	6° 17½′
+1 u. −1	29° 15′	29° 18′	29° 16½′

wobei die letzte Horizontalreihe den Winkel zwischen dem oberen und unteren Punkt des ersten Kreises, also dessen scheinbaren angulären Durchmesser bedeutet. Dieser Winkel ist hier angegeben, da wie erwähnt auf das Centrum nicht gut eingestellt werden werden konnte.

Die Unsicherheit der einzelnen Winkel beträgt nirgends ganz eine Minute, also sind die Abweichungen in der zweiten und dritten Reihe bei den entsprechenden Winkeln vielfach grösser, als die Beobachtungsfehler, was auf eine gewisse Unregelmässigkeit der Interferenzfigur hinweist, die ja auch mit blossem Auge d. h. ohne Messung schon zu bemerken war und zwar sind bald die Werthe in der zweiten, bald die in der dritten Reihe die grösseren. Indessen sind diese Unterschiede doch gering und betragen

im Maximum 5′, so dass es wohl gerechtfertigt ist, zur Ermittlung der Winkel φ die Mittel aus sämmtlichen zwölf Beobachtungsreihen zu nehmen, wie sie in der vierten Vertikalreihe angegeben sind.

Bezeichnet man die scheinbare anguläre Distanz zwischen dem Centrum und dem ersten Ring, also den scheinbaren angulären Halbmesser des letzteren mit φ_1, den des zweiten Ringes mit φ_2 u. s. f., so erhält man:

$$\begin{aligned}
\varphi_1 &= 14^\circ\ 38\tfrac{1}{4}' \\
\varphi_2 &= 20^\circ\ 55\tfrac{3}{4}' \\
\varphi_3 &= 25^\circ\ 47\tfrac{3}{4}' \\
\varphi_4 &= 29^\circ\ 55\tfrac{1}{4}' \\
\varphi_5 &= 33^\circ\ 38\tfrac{1}{4}' \\
\varphi_6 &= 37^\circ\ \ 2\tfrac{3}{4}' \\
\varphi_7 &= 40^\circ\ 18\tfrac{1}{4}' \\
\varphi_8 &= 43^\circ\ 22\tfrac{1}{4}' \\
\varphi_9 &= 46^\circ\ 21\tfrac{3}{4}' \\
\varphi_{10} &= 49^\circ\ 11\tfrac{3}{4}'
\end{aligned}$$

Diese Winkel müssen nun der Reihe nach in die obige Gleichung:

$$c^2 - a^2 = n \cdot C \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin^2 \varphi_n}$$

eingesetzt werden, wo φ_n je einen der Werthe von φ von φ_1 bis φ_{10} aus vorstehender Tabelle bedeutet, und man erhält dann für jeden einzelnen Winkel eine Gleichung, die $c^2 - a^2$ und, da a bekannt ist, auch c liefert. Es ist aber zu bemerken, dass der Brucit ein positiver Krystall ist, dass also bei ihm $\gamma > \alpha$ und $c < a$ ist, man hat daher die Gleichung zu schreiben:

$$a^2 - c^2 = n \cdot C \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin^2 \varphi_n}$$

wobei für die Buchstaben die oben angegebenen Werthe gesetzt werden müssen. Führt man die Rechnung aus, so erhält man für den

1. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}01013$
2. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}01001$
3. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}00997$
4. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}00999$
5. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}00999$
6. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}00999$
7. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}00998$
8. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}00999$
9. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}00999$
10. Ring: $a^2 - c^2 = 0{,}01000$.

Diese zehn Werthe für $a^2 - c^2$ stimmen, wie man sieht, sehr gut überein, zum Theil in allen den fünf angegebenen Dezimalstellen, zum Theil sind Unterschiede von einigen Einheiten der vierten Dezimalstelle vorhanden; die Differenz zwischen dem höchsten Werth (0,01013) und dem niedrigsten (0,00997) beträgt: 0,000016. Es ist also die Bestimmung von $a^2 - c^2$ mit sehr viel grösserer Genauigkeit möglich als die von a, und es haben daher die aus jenen zehn Gleichungen gezogenen Werthe von c dieselbe Genauigkeit, wie die früher ermittelten von a, sie sind also ebenfalls in den zwei ersten Dezimalstellen richtig.

Nimmt man nun zur weiteren Ausführung der Rechnung das Mittel aus jenen zehn Werthen, so erhält man:

$$a^2 - c^2 = 0{,}01000\,,$$

und da:

$$a^2 = 0{,}41144$$

ist, so ist:

$$c^2 = 0{,}40144\,,$$

$$c = 0{,}63351\,,$$

$$\gamma = \frac{1}{c} = 1{,}5795\,.$$

Zur Prüfung dieser zwei Werthe:

$$\alpha = 1{,}559 \quad ; \quad \gamma = 1{,}5795$$

wurden die Brechungscoëfficienten auch mittelst des Totalreflektometers bestimmt. Es war schon vor der Anstellung der eben beschriebenen Messungen von demselben Plättchen eine dünne Lamelle abgespalten worden, um eine ganz reine Fläche herzustellen.

Auf dieser ganz frischen Fläche wurde unmittelbar nach ihrer Herstellung der Winkel der Totalreflexion im Schwefelkohlenstoff nach der von Kohlrausch angegebenen Methode bestimmt. Dies geschah in demselben rothen Licht wie oben und der Schwefelkohlenstoff zeigte bei der Messung eine Temperatur von 21° C, so dass sein Brechungscoëfficient hier: $N = 1{,}617$ zu setzen ist. Als Mittel aus fünf Beobachtungsreihen ergab sich:

für den ordentlichen Brechungscoëfficienten: $\frac{1}{2}\varphi_\alpha = 74°43\frac{1}{4}'$
für den ausserordentlichen Brechungscoëfficienten: $\frac{1}{2}\varphi_\gamma = 77°58'$

und daraus nach der Formel:

$$n = N \sin \frac{\varphi}{2},$$

worin n für die zwei Hauptbrechungs-Coëfficienten α und γ steht:

$$\alpha = 1{,}560 \quad (\text{oben } \alpha = 1{,}539)$$
$$\gamma = 1{,}581 \quad (\text{oben } \gamma = 1{,}5795),$$

von denen ebenfalls die zwei ersten Stellen sicher sind, und es stimmen auch die nach den beiden Methoden ermittelten Zahlenwerthe ebenfalls in den zwei ersten Dezimalen überein und unterscheiden sich nur um eine beziehungsweise eine und eine halbe Einheit in der dritten Dezimale.

Bei einem Spaltungsplättchen, wie bei dem hier angewendeten fallen einige Schwierigkeiten weg, die bei geschliffenen Platten unvermeidlich sind und die darin bestehen, dass die beiden Begrenzungsflächen nicht genau parallel sind, dass also die Dicke der Platte variabel ist, und ferner darum, dass die Begrenzungsflächen auf der Axe des Krystalls nicht genau senkrecht stehen. Namentlich die Veränderlichkeit der Dicke der Platte an verschiedenen Stellen ist eine Fehlerquelle, die man in's Auge zu fassen hat, die man aber auch nach einer von F. E. Neumann ausgedachten Methode eliminiren kann, wie das u. a. in ähnlicher Weise von Müttrich[1]) an dem zweiaxigen Seignettesalz geschehen ist. Da aber, wenn die Substanz das Schleifen erlaubt, nach dem bisherigen Gebrauche in der Mineralogie wohl stets die Bestimmung mittelst Prismen wird vorgenommen werden, so will ich hierauf

[1]) Pogg. Ann. Bd. 121. S. 20 des Sep. Abdr.

nicht weiter eingehen, sondern nur an einem Beispiel kurz zeigen, dass obige Umstände in der That nicht unerhebliche Fehler erzeugen können.

Eine Kalkspathplatte, deren Oberfläche bis auf eine kleine Stelle geschwärzt war, deren Flächen nur einen sehr kleinen Winkel mit einander machen und deren Flächenlothe von der Hauptaxe etwas, aber ebenfalls nur sehr wenig abweichen, gab für das Licht des rothen Glases, das etwa der Linie *B* des Spektrums entspricht und unter Zugrundelegung des entsprechenden ordentlichen Brechungscoëfficienten nach Rudberg:

$$\alpha = 1{,}65308$$

der jedenfalls auf mehr als zwei Dezimalstellen hinaus richtig ist und unter Berücksichtigung von zehn gemessenen Ringen:

$$\gamma = 1{,}47830\ ,$$

während:

$$\gamma = 1{,}48391$$

der entsprechende Werth nach Rudberg wäre. Die Differenz ist also hier $= 0{,}00561$, also jedenfalls erheblich grösser als die Beobachtungsfehler.

3. November. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. A. Kirchhoff las:

Über die Reste einer aus Aegypten stammenden Handschrift des Euripides.

Durch den Assistenten der ägyptischen Abtheilung der Königl. Museen, Hrn. Dr. Stern, sind neuerdings für dieselbe in Medînet el Fajjûm ausser anderen Scripturen auch die Reste einer Pergamenthandschrift des Euripides erworben worden, welche mir übergeben worden sind, um sie zu prüfen und das Ergebniss dieser Prüfung zur Kenntniss der Akademie zu bringen.

Abgesehen von einigen kleinen und ganz unbedeutenden Fetzen, auf welchen nur einzelne Buchstaben zu erkennen sind und welche mir bis jetzt zu identificiren nicht gelungen ist, bestehen diese Reste ihrem Haupttheile nach aus zwei Doppelblättern, 46 cm. breit, 26—27 cm. hoch, welche, wie die nähere Untersuchung ergab, die beiden inneren Lagen eines und desselben Quaternion gebildet haben und die Verse 242—459 (der Nauck'schen Ausgabe, nach welcher ich citiren werde) des Euripideischen Hippolytos enthalten. Auf jeder der acht Seiten stehen regelmässig 28 Zeilen, die Zeilenschlüsse sind möglichst senkrecht unter einander gestellt und zu diesem Zwecke nicht selten die Ausgänge der längeren Zeilen mit kleineren und gedrängteren Buchstaben geschrieben. Die Schrift ist eine schöne und grosse Uncialschrift. Wie mir von sachverständiger Seite mitgetheilt wird, findet sich unter den Scripturen der verschiedensten Art, welche von Medînet el Fajjûm stammen, kein einziges Stück, welches einer jüngeren Zeit, als dem 6. Jahrhundert n. Chr. angehören könnte; auch für unsere Pergamentblätter wird also diese Zeit als der terminus ante quem festgehalten werden müssen. Ob und um wie viel sie älter sein mögen, als das 6. Jahrhundert, dies sicher zu bestimmen reicht meine Kenntniss von diesen Dingen nicht aus; doch glaube ich nicht, dass sie erheblich älter sein können.[1]) Beide Doppelblätter sind in der Mitte durch eine grössere Ausreissung und jedes von ihnen

[1]) Vgl. die Beilage (dritte (innere) Seite des zweiten Doppelblattes in Lichtdruck).

ausserdem hin und wieder durch besondere partielle Ein- und Abreissungen verstümmelt.

Ausserdem liegt noch ein in zwei Stücke zerrissenes Einzelblatt derselben Handschrift vor, welches indessen durch Abreissung einen Theil seines oberen Randes eingebüsst hat. Da auf der Vorderseite Spuren der Verse 466—487, auf der Rückseite der grössere Theil der Verse 492 — 515 desselben Euripideischen Stückes deutlich erkennbar sind, so folgt, dass dieses Blatt ebenfalls 28 Zeilen auf jeder Seite enthielt und in ihm die rechte Hälfte derjenigen Lage des Quaternion zu erkennen ist, welche den beiden vollständig erhaltenen unmittelbar vorausging.

Somit ergeben diese Blätter in fast lückenloser Aufeinanderfolge, mehr oder weniger vollständig erhalten, die Verse 242—515 des Hippolytos, also einen Ausschnitt des Textes von einem Umfange, welcher vollkommen genügt, um seine Beschaffenheit und sein Verhältniss zu der Überlieferung unserer Handschriften festzustellen. Ich gebe zunächst im Folgenden eine Übersicht über die Lesungen der Handschrift, indem ich dabei den in meiner ersten Ausgabe des Euripides zusammengestellten kritischen Apparat zur Richtschnur nehme. Um Wiederholungen zu vermeiden, bemerke ich vorweg, dass sie regelmässig *γίγνομαι* und *γιγνώσκω* und die Endungen der zweiten Person sing. der Präsentia und Futura pass. und med. mit HI, nicht EI, schreibt, dass sie in Übereinstimmung mit unseren Handschriften der Präposition *εἵνεκα* fast in der Regel die (falsche) Form OYNEKA gibt, mit einziger Ausnahme von Vs. 456, wo EINEK erhalten ist, und Elision und Krasis mitunter vernachlässigt; so findet sich KAIOY 437 und wahrscheinlich auch 279, AΠOΛΛYCIN 319 und TOYTO 419 voll ausgeschrieben. Eigenthümlich ist ihr die häufige Verwechselung von EI und I, wie 303 ΠIΘETAI (*πείθεται*), 308 EΓINATO (*ἐγείνατο*), 324 AEAIYOMAI (*λελείψομαι*), 410 ΘHAIAICI (*θηλείαισι*), 423 KAINΩN (*κλεινῶν*), und umgekehrt ΛPΓEIAC 381 (*ἀργείας*).

Erste (äussere) Seite des ersten Doppelblattes.

Vielfach zerrissen; die Schrift ist stark verwischt und schwer lesbar, wozu kommt, dass die Schrift der Rückseite mehrfach durchgeschlagen ist. Enthalten sind auf dieser Seite die Verse 242—269 (= 28 Zeilen); die Personenbezeichnung bei 267 ist

nicht mehr erkennbar, zwischen 249 und 250 der Wechsel der Person durch eine kurze wagerechte Linie zu Anfang (Paragraph) angedeutet.

252 am Ende ΒΙΟΤΟϹ. Von 254 ist gegen Ende nur die Infinitivendung ⲁϹΘⲁⲓ noch erkennbar. 255 Schluss ΨΥΧ.Ϲ, der vorletzte Buchstabe undeutlich. 269 ist am Schlusse //ΙΗΝΟϹΟϹ erkennbar.

Zweite (innere) Seite des ersten Doppelblattes.

Abgesehen von den durch die Risse veranlassten Defecten gut erhalten und leserlich. Die Seite enthält die Verse 270—297 (= 28 Zeilen). Bei 271 steht ΤΡ, bei 284 ΤΡΟϕ, bei 272 Ẋ in kleineren Buchstaben beigeschrieben, von 273 bis 282 ist der Personenwechsel durch beigesetzte Paragraphen angedeutet.

272 ΠΗⲘⲁⲦϹ///. 273* ЄΙϹΤΟΥΤΟΝΗΚЄΙΠ u. s. w. 275 ΤΡΙΤⲁⲓⲁⲚΓΟ//. 281 ѠΝΓⲁⲢ. 283 ΠⲗⲁⲚΟΝΦΡЄΝѠΝ. 284 ЄΙϹΠⲁⲚΤⲁϕΙΓⲘⲁⲓΚΟΥΔЄ//; der siebente Buchstabe ist undeutlich, scheint aber eher Τ als Γ zu sein. 285 ⲁⲚΗϹѠΓΟΥΔЄΝ///. 289 ⲗⲁΘѠⲘЄΘⲁⲘΦ//. 288 Anfang ⲁ.ѠϕΙⲗΗ; zwischen dem ersten und zweiten Buchstaben geht ein Riss hindurch, welcher aber so schmal ist, dass er nicht mehr als einen Buchstaben (also Γ) zerstört haben kann. 291 ist ΠΗ//ϹΟΙⲘΗ erkennbar. 294 ϹΥΓΚⲁΘΙϹ, der Rest unleserlich. 296 ΙⲁⲦΡΟ//ϹΠ, das Folgende unleserlich. 297 erkennbar ΤΙϹΙΓⲁⲓϹΟΥΚЄΧΡΗΝϹΙ.

Erste (äussere) Seite des zweiten Doppelblattes.

Enthält die Verse 298—323, was, da 310 in drei Zeilen abgesetzt ist, wieder 28 Zeilen ergibt. Die Personenbezeichnungen (vermuthlich Paragraphen) sind nicht mehr erkennbar; im Übrigen lässt sich die Schrift ganz gut lesen.

298 ЄΙΤΙⲘΗ. 301 Schluss ΠΟΝ, die Endung verwischt. 302* ΤѠΙΠΡ//. 303 ЄΤЄΓΓЄΟ///////ΝΥΝΔΟΥ. 306 Schluss ΔΟⲘѠΝ 307 ΙΠΠΙⲁⲚ. 310 Schluss ϹЄΘЄΝΤΟΔЄ. 312 ⲁⲚΔΡΟϹⲁΥΘΙⲗΙϹϹ u. s. w. 316 ϕΟΡЄΙϹ. 317 ЄΧЄΙ. 319 ⲁΠΟⲗⲗΥϹΙΝ. 320 ЄΙϹ//ⲁⲘⲁⲢΤΙⲁⲚ. 322* ΤΟΥΤΟϹЄΞⲁⲓΡЄΙ.

Zweite (innere) Seite des zweiten Doppelblattes.

Die Schrift ist stark verwischt und hat sich zum Theil auf der folgenden abgedruckt, wie sie ihrerseits durch diese überdruckt worden ist; auch ist mitunter die Schrift der vorhergehenden Seite durchgeschlagen, so dass die Lesung Schwierigkeiten macht und keine vollständige sein kann. Als Bezeichnungen des Personenwechsels sind Paragraphen erkennbar. Den Inhalt bilden die Verse 324—350 (= 28 Zeilen, da 345 die Interjection (*φεῦ*) als besondere Zeile abgesetzt war).

324 ΛΕΛΙΥΟΜΑΙ. 325 ΕΞΑΡΤΩΜΕΝΗ. 326 CΩΝΓΕΓΟΝΑΤΩΝΚΟΥ. 327 ΠΕΥCΗΙ. 328 Η. 329 ΟΛΗΙ ΠΡΑΓΜΕΜΟΙΤΙΜΗΝ. 330 Schluss (*ἰκνουμένης ἐμοῦ*) verwischt. 331 ΕCΘΛΩΝΑΙCΧΡΑ. 333 ΔΕΞΙΑCΔΕΜΗC. 337 ΩΤΛΗΜΟΝΟΙΟΝΜΗΤΕΡ, Schluss ΕΡΩΝ. 339 CΥΤΩ. 342 ΠΟΙ. 343 ΟΥΝΕΩC////ΔΥCΤΥΧΕΙC. 344 ΤΙ. 346 ΧΡΗΝ, sonst verwischt. 348 ΗΔΙCΤΟΝ. 349 ΗΜΕΙCΑΝΕΙΜΕΝ; Schluss abgerissen. 350 Schluss abgerissen.

Dritte (innere) Seite des zweiten Doppelblattes.

Von derselben Beschaffenheit und deshalb nicht minder schwierig zu lesen, als die vorhergehende und ihr gegenüberstehende Seite. So viel sich erkennen lässt, war der Personenwechsel durch Paragraphen bezeichnet. Die Seite enthält die Verse 351—375, was 28 Zeilen ergibt, da Vers 352 in zwei Zeilen und die Interjectionen 365 besonders abgesetzt sind.

354 ΟΥΚΑΝΑC////. 355 ΕΧΘΡΟΝ beide Male ohne folgende Partikel. 356 CΩΜΑΠΑΛΛΑΧΘΗCΟΜΑΙ. 359 ΚΑΚΩΝ. 361 Schluss unleserlich. 363 ΑΝΗΚΟΥCΤΑ. 365 nach ΕΓΩΓΕΠΡ ist der Schluss verlöscht und unleserlich. 365 ΚΑΤΑ||ΥCΑΙΦΡΕΝΩΝ; der fünfte Buchstabe ist undeutlich und nicht mehr zu erkennen, ob Ν oder Λ. ΙΩΜΟΙΜΟΙΦΕΥΦΕΥ. 366. 367 in der gewöhnlichen Abfolge. 369 TICE. 370 ΤΕΛΕΥΤΑC, das Folgende verlöscht. 371 sind nur noch die Buchstaben ΕCΤΙΝΟ erkennbar.

Vierte (äussere) Seite des zweiten Doppelblattes.

Enthält die Verse 376—403 (= 28 Zeilen) und lässt sich ohne besondere Schwierigkeit lesen.

377 ΓΝΩΜΗCϕΥCΙ, das Ν ist verlöscht. 379 ΤΟΔΕ. 380 ΛΧΡΗCΤ. 381 ΚΟΥΚΕΚΠΟΝΟΥΜΕΝΟΙ. 382 ΠΡΟΘΕΝΤΕC. 386* ΟΙΚΟΝ. 387 ΗCΤΗΝ. *ΕΧΟΝΤΕΓΡΑΜΑΤΑ. 388* ϕΡΟΝΥCΕΓΩ. 389 ΔΙΑϕΘΕΡΕΙΝ. 390 ΕΜΕΛΛΟΝ vorhanden. ΩCΤΕΓΕΜΠΑΛΙΝ; allein das Ε zwischen Γ und Μ ist durchstrichen und über ΓΕ steht mit kleinerer Schrift ΤΟΥ. 398 ΔΕ. ΛΝΟΙΑΝ. 400 ΤΟΙCΙΝ. 402 ist das letzte Wort abgerissen. 403 ΕΜΟΙΓΑΡ.

Dritte (innere) Seite des ersten Doppelblattes.

Leicht zu lesen und die Verse 404—431 (= 28 Zeilen) enthaltend.

404 Schluss abgerissen. 405 ΗΔΗ. 406 ΓΥΝΗΔΕ. *ΤΟΙC. 407 ΩCΤΟΛ (Schluss abgerissen). 412 ΔΟΞΕΙ, Schluss unleserlich. 415 ΠΟΘ. 417 ΞΥΝΕΡΓΑΤΗΝ. 418 ΤΕΡΕΜΝΑ. 419 ΤΟΥΤΟΑΠΟΚΤΕΙΝΕΙ. 421 ΕΛΕΥΘΕΡΟ, danach Riss. 424 ΘΡΑCΥCΠΛΑΓΧΝΟC. 426 ΤΟΥΤΟϕΑC. 427 ΟΤΩΙ. 429 Anfang abgerissen, Schluss undeutlich. 430* ΜΗΠΡΟCOϕΘΕΙΗΝ. 431 noch zu erkennen die Buchstaben ΟΝΩCΑΠΑΝΤΑΧΟΥ.

Vierte (äussere) Seite des ersten Doppelblattes.

Enthält die Verse 432—459 (= 28 Zeilen), ist aber schwer zu lesen, da die Schrift stark verwischt und auf die folgende Seite (Vorderseite des Einzelblattes) übertragen, überdem mit dem noch theilweise lesbaren Inhalte des letzteren, und zwar, wie noch deutlich erkennbar, von Vs. 460 an, überdruckt ist.

432 fast ganz verlöscht; gegen Ende ist nur die Endung ΕΤΑΙ erkennbar, doch scheint mir eher *καρπίζεται*, als *κομίζεται* gestanden zu haben. 433 Anfang abgerissen; am Schlusse ist ΜΕΝΑΡΤΙΩC lesbar. 438 ΕΠΕCΚΗΥΑΝΘΕΑC. 441 fast ganz verlöscht und unleserlich. 443 ist ϕΟΡΗΤΟC noch deutlich erkennbar. 445 Anfang verlöscht, dann CΟΝΚΑΙϕΡ u. s. w. 450 sehr undeutlich, namentlich das Schlusswort. 458 ΞΥ, dann unleserlich. 459 erkennbar nur noch ΝΕΞΗΙΧΡΗΝCΕΠΙΡ; der Schluss ist abgerissen.

Vorderseite des Einzelblattes.

Diese Seite ist fast ganz verwischt und theilweise mit dem halte der vorhergehenden überdruckt, so dass mit Mühe vereinlte Spuren der Verse 466—487 erkennbar sind. Mit 487 schloss e unten ab; oben ist der Rand nicht erhalten und müssen ausserem die Verse 460—465 als abgerissen betrachtet werden, da sich uf der vorhergehenden Seite, wie bereits bemerkt, Spuren derselen, wie auch der folgenden, durch Überdruck erhalten haben.

Rückseite des Einzelblattes.

Die im Ganzen leserliche Schrift (nur die Personenbezeichnungen sind verwischt) lässt den grössten Theil der Verse 492—515 erkennen, mit welchem letzteren die Seite schloss. Im unverletzten Zustande enthielt also diese Seite die Verse 488—515 = 28 Zeilen.

496 erhalten allein die Zeichen CEΔEYPONY. 498 ebenso OYXICYΓKΛH. 499 ebenso EICΛYΘIC//////////OYCΛOΓ///. 500 scheint KΛΛΩN gestanden zu haben, doch ist der dritte Buchstabe undeutlich. 501 erhalten nur YPΓONEIΠ||PEKCΩCEI. 503 ebenso KΛIMH//////ΘEΩNEYΛEΓEICΓΛPΛICXP (Schluss verlöscht). 504 gegen Ende YΠEIPΓΛCMΛIME, die letzten Buchstaben leider wieder verlöscht. 505 ΥΥXHNЄPΩTIT(Riss)HNΛЄΓHCKΛΛΩC. 506 EICTOYΘOΦEYΓ(Riss)ΙΥNΛNΛΛΩΘHCOM(Riss). 507 Anfang unleserlich. 508 ΠIΘOY. 510* EPΩTOCΛPTIΔHΛΘEMOI; Schluss unleserlich. 511 Schluss unleserlich. 514 erhalten nur ΠΛYCEINOCOYTHCΔHNCY. 514 ebenso CHMEIONHΛOΓON. 515 ebenso ΛΛBEINCYNΛΥΛITEK.

Die vorstehende Zusammenstellung liefert meines Erachtens den überzeugenden Beweis, dass die Beschaffenheit des Textes dieser Handschrift sich in nichts Wesentlichem von derjenigen unserer mittelalterlichen Überlieferung, im Besonderen der der älteren Handschriften unterscheidet. Sehen wir nämlich ab von den offenbaren Schreibfehlern, von denen leider keine Handschrift und so auch diese nicht frei ist, wie *τοῦτον* für *ταὐτόν* 273, *τοῦτό σ'* für *τοὔσ'* (oder *τοῦτο*) *ὅ σ'* 322, *οἶκον* für *οἴκων* 386, *γράματα* für *γράμματα*

387, φρονῦσ' für φρονοῦσ' 388, τοῖς für τοῖσδ' 406, so bleiben nu drei Abweichungen übrig, welche auf den Namen wirklicher V rianten Anspruch erheben können, nämlich τῷ 302 gegenüber de τῶν, μὴ προσοφθείην 430 gegenüber dem μήποτ' ὀφθείην, und ἃ δ' ἦλθε 510 gegenüber dem ἦλθε δ' ἄρτι unserer bisherigen Üb lieferung. Von diesen drei Varianten aber kann die erste kaum Betracht kommen; denn obwohl τῷ ohne Zweifel das Richtige u Ursprüngliche ist, so setzt doch auch die Erklärung unserer Sch lien dieses Richtige als im Texte stehend voraus, und die Lesu τῶν aller Handschriften muss daher als eine erst in sehr spä Zeit entstandene und auf einem sehr begreiflichen Missverständni beruhende Verschreibung oder Schlimmbesserung betrachtet werd welche für die Beschaffenheit der Überlieferung nicht charakte stisch ist. Umgekehrt haben in der zweiten Stelle ebenso zweif los die jüngeren Handschriften das Richtige erhalten, aus welch das μὴ προσοφθείην der älteren Handschrift in der Weise entstan dass zunächst für μήποτ' ὀφθείην mit falscher Wortabtheilung ποτοφθείην gelesen und dann für dieses mit mehr oder wenig Bewusstsein das geläufigere μὴ προσοφθείην gesetzt wurde. D Natur dieser Schlimmbesserung nach ist es nicht einmal nöthig a zunehmen, dass sie grössere Verbreitung gefunden hat: sie ka ebensowohl auf eine einzelne Handschrift beschränkt geblieben se und darf auf keinen Fall als charakteristisches Merkmal einer b stimmten Überlieferung betrachtet werden. Kaum anders steht d Sache im dritten Falle; denn obwohl sich hier schwer wird en scheiden lassen, welche von den beiden verschiedenen Wortstellu gen die vom Dichter selbst beliebte war, da keine von beiden u angemessen und darum unmöglich ist, so kann die falsche Lesu doch nicht auf eine mit Absicht vorgenommene Umstellung zurück geführt, sondern muss als ein gewöhnliches Versehen eines Schre bers betrachtet werden, welches nicht nothwendig bestimmend fü den Charakter der Überlieferung zu werden brauchte.

Die Unterschiede der beiden Classen unserer Handschrifte sind gerade im Hippolytos nicht hervortretender und specifische Natur, so dass es nicht auffallen kann, wenn der erhaltene Aus schnitt der älteren Handschrift auch keinen genügenden Anhalt bie tet, um das Verhältniss derselben zu der einen oder anderen diese Classen mit irgend welcher Sicherheit zu bestimmen. Positiv

eues bietet der Fund also nicht; immerhin gewährt er ein ge-
isses Interesse, weil er die Thatsache ausser Zweifel stellt, dass
e Beschaffenheit der Euripideischen Textüberlieferung wenigstens
diesem Stücke, und vermuthlich in den übrigen gleichfalls, in
r Zeit vom 6. bis 12. Jahrhundert unserer Zeitrechnung wesent-
hen Wandelungen nicht mehr unterlegen hat.

10. November. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Roth las folgende Abhandlung:

Zur Geologie der Umgebung von Neapel.

1. Vesuv. Cupo di monte. Hoffmann[1]) erwähnt die enge, in Sommatuff eingeschnittene, östlich von Resina aufsteigende Schlucht Cupo di monte (oder Cupo Sabatenello der älteren Karten) als Fundort der grossen Leucitkrystalle, gibt jedoch über die Art des Vorkommens keine weitere Auskunft. In den Tuffwänden der Schlucht habe ich vergeblich nach Gesteinen mit grossen Leuciten gesucht, von eingeschalteten Lavaströmen oder Gängen ist nichts zu sehen. Wohl finden sich im Tuff sparsam Einschlüsse von Trachyten und Kalken, einzelne Auswürflinge (darunter glimmerhaltige Kalke mit schönen Sodalithen in den Spalten) und Bomben. In einigen Bomben besteht der Kern nur aus glasigen, schlecht ausgebildeten, bis 7 mm grossen Leuciten, welche reichlich Augit, seltener dunklen Glimmer einschliessen. Die schmalen Zwischenräume zwischen den Leuciten sind mit brauner, feinkörniger, augitreicher Lava erfüllt. Es sieht aus, als habe der Kern durch hohe Temperatur eine Umschmelzung erfahren.

In den Vignen zu beiden Seiten des Cupo di monte, besonders in der Masseria Ascione, liegen, durch ihre Beschaffenheit als Auswürflinge charakterisirt, lose und selten mehr als faustgross die Gesteine mit den grossen Leuciten, neben welchen zahlreich kleinere Leucite vorkommen. Das Gestein enthält in grauer rundporiger Grundmasse ausserdem reichliche grosse Sanidine und grüne Augite, ziemlich viel dunklen Glimmer, sparsam Olivin in meist grösseren Bruchstücken, hier und da Trachytstückchen und Partien von Silikatblöcken, welche aus Sanidin, schwarzer Hornblende[2]) und etwas grünem Augit bestehen. Je grösser die Leucite sind, desto mehr trennt sie ein Zwischenraum vom Gestein, so dass sie beim Zerschlagen leicht herausfallen, was bei den Sa-

[1]) Karsten und v. Dechen, Archiv etc. 1839. 13. 215.

[2]) Websky bestätigte durch Messung der Winkel das Vorhandensein der Hornblende.

nidinen nicht der Fall ist. Meist sind die Leucite rundum vollflächig ausgebildet, doch kommen auch Leucite ohne alle Krystallflächen vor, so dass vollständig kuglige Formen entstehen. Bisweilen ist in die gesprengten Hälften der Leucite Lava eingedrungen, oft ist die Oberfläche der Leucite grubig, oft Wirkung der Wiederschmelzung zu sehen. Zonaler Aufbau und kranzförmige Anordnung der kleinen eingeschlossenen Augite lässt sich mit blossem Auge erkennen, grössere Augite sind häufig von Leucit umschlossen, während ich Einschlüsse von Sanidin nicht finde. Nur ein Mal sah ich einen 2^{mm} breiten und 10^{mm} langen Sanidin in einen Leucit hineingewachsen, so dass in diesem Falle die Bildung beider mindestens gleichzeitig, wahrscheinlich der Sanidin älter ist. Nach dem Gesammtverhalten des Gesteins darf man wohl diese grossen Leucite als Reste einer älteren eingeschmolzenen Leucitlava betrachten, sicher haben sie nach ihrer Ausscheidung Wirkung hoher Temperatur erfahren. Die für Vesuvlaven ungewöhnliche Grösse der Sanidine weist auf eigenthümliche Bildungsverhältnisse hin. Dasselbe Gestein kam auch im Fosso grande vor.

2. Masseria Ascione. In den dortigen Tuffen finden sich auch Auswürflinge, welche aus einem Gemenge von feinblättrigem grünem Glimmer mit halbzollgrossen, rosenrothen, durchsichtigen Sanidinen, einigen grünen Augitkrystallen und etwas Olivin bestehen. Diese für Sommasanidin ungewöhnliche Färbung wird durch das auf Spalten und Rissen abgesetzte Eisenoxyd hervorgebracht, wie ein Dünnschliff zeigte.

In der Masseria Ascione wird der untere ausgezeichnet plattig abgesonderte Theil eines etwa 8^{m} mächtigen Armes der Lava von 1631 abgebaut und verarbeitet. Der Strom zeigt Decke und Unterlage von Schlacken, die der Unterlage sind geröthet. Der zunächst über dem abgebauten Theil der Lava liegende Strom liefert, durch Druck und Fortströmen der grauen, grössere Augite und zahlreich kleinere Leucite und wenige grössere Poren zeigenden Lava bedingt, fest auf einander gepresste, durchaus scharfkantige, glatte und fast ebenflächig begrenzte Compressionsformen, die an breite Lanzenspitzen und dolchähnliche Gestalten erinnern. Auf ihrer Oberfläche sieht man Bruchflächen der Augit- und Leucitkrystalle, welche also, im Strom schon vorhanden, durch die Absonderung zerrissen wurden.

3. Zur Chronologie der Vesuvausbrüche. Im Archivio storico per le Prov. napoletane Ann. II. 1877 berichtet Luigi Riccio über bisher nicht bekannte Vesuvausbrüche.

Camillo Tutini spricht in dem handschriftlich in der Brancacciana (Vol. V. H. 16 p. 167—174) vorhandenen, 1649 verfassten, von Riccio abgedruckten Aufsatz „Prodigiosi portenti del monte Vesuvio" von Erdbeben, Feuer und Asche des Vesuvs im Jahr 1649. Die Zuverlässigkeit dieses Schriftstellers, der für seine politische Polemik einen Vesuvausbruch im Jahr 1254 erfindet, ist nicht hinreichend gross, um das Factum sicherzustellen, allein aus gleichzeitigen, von Riccio angeführten Quellen erhellt die Richtigkeit der Angabe. Nach einem im Besitz von B. Capasso befindlichen Bericht „Raccolta della sollevazione di Napoli accaduta nel 1647" warf der Vesuv Freitag den 5. November 1649 Rauch und heftige Flammen aus, welche Erscheinung lange Zeit anhielt, ohne Schaden anzurichten. Nach den Avvisi mms. di Roma e di altre parti del mondo[1]) für 1649—50 (in Casanatense X. 111. 47) fanden am 20. November und besonders am 22. November 1649 in Neapel Erdstösse statt, am 30. November warf der Vesuv mehr als gewöhnlich Rauch und Feuer aus; nach Berichten vom 4. December fuhr der Vesuv fort, Feuer und Steine auszuwerfen, welche besonders die Gegend um Ottajano und die am Fuss des Berges belegenen Orte beschädigten[2]). Dieselbe Thatsache erwähnt Marcello Bonito (Terra tremante. Napoli 1691. 780). Nach den Avvisi di Roma für 1651—52 gab im Juli 1652 der Vesuv einen Lavastrom (?) aus, der oberhalb der Torre di San Vincenzo endete (usciva una lingua di fuoco che subito si ridusse a guisa di drago, che andò a finire sopra la torre di San Vincenzo). Die Bedeutung dieser übrigens untergeordneten Ausbrüche liegt darin, dass die Länge der bisher angenommenen grossen, zweiundzwanzigjährigen Ruhepause des Vesuvs (1638—1660) sich um sehr viel vermindert.

---

[1]) Darnach ist die Notiz bei A. Perrey (No. 3303 in Biblioth. sismique, seconde partie, suite in Mém. de l'Acad de Dijon X. 1862) zu berichtigen. Eine Gazetta di Roma aus dieser Zeit ist nicht vorhanden.

[2]) In v. Hoff, Chronik der Erdbeben I. 299. 1840 erwähnt aus M. R. L. A. C. Terra tremens. Nürnberg 1670. „Die italienischen Schriftsteller führen diesen Ausbruch nicht an."

4. Bimstein von la Cava. Nach Scacchi[1]) kommen in der Provinz Salerno (wie in den Provinzen Neapel und Avellino) im Tuff auf entfernter Lagerstätte (tufo di trasporto) zwei Bimsteinschichten vor: die untere, 0,3 bis 1,0^{m} mächtige, aus kleinen gelblichen Bimsteinen und einzelnen losen Sanidinen bestehende Schicht liegt unter, in oder auf dem gelben oder braunen Tuff; die obere, aus weisslichen, dem Vesuv angehörigen Bimsteinen (pomice vesuviane) bestehende Schicht liegt stets über dem Tuff, ist mit Stückchen von Kalk und Leucitlaven gemengt, enthält aber keine losen Sanidine. Ich fand im Thal bei La Cava die obere, zunächst unter dem Humus liegende Schicht bis einen Meter mächtig, mit grösseren und kleineren vom Wasser angenagten Apenninenkalkstückchen gemengt, sah aber dort keine Leucitophyrstückchen. Die nicht zusammenhängenden weisslichen Bimsteine erreichen die Grösse einer Wallnuss, sind selten grösser, meist kleiner. Diese Bimsteinschicht soll nach Aussage der Arbeiter unmittelbar dem Apenninenkalk aufliegen, was nach den örtlichen Verhältnissen sehr wahrscheinlich erscheint. Man erkennt mit der Loupe in den Bimsteinen reichliche Sanidine, grünliche Augite, kleine Blättchen meist dunklen, hier und da gelblichen Glimmers. Im Dünnschliff sieht man reichliche, kleine und undeutliche Leucite, das Bild ist vollständig das der Sommabimsteine[2]). Der Leucitophyr-Bimstein von la Cava gehört den Sommaausbrüchen an, Plagioklas fand ich nicht in ihm auf.

5. Vomero und Lago di Averno. Die Anlage einer neuen Strasse, die vom Corso Vittorio Emanuele nächst dem Hôtel Tramontana abgehend auf den Vomero führt, schliesst die Tuffe sehr schön auf. Auf dem gelben festen Trachyttuff mit einzelnen Bimsteinlagen liegt gleichmässig gelagert der lockere graue Tuff (tufo bigio), in welchem die Bimsteinlagen viel reichlicher auftreten. Beweisen die im gelben festen Tuff sparsam vorkommenden marinen Zweischaler und Gasteropoden, sowie die lockeren Bimsteinlagen für submarinen Absatz, so ist wenigstens ein Theil des grauen Tuffes supramarin abgesetzt: in ihm kommen Bruchstücke vor, welche aus fest aneinanderhangenden, durch kein Bindemittel

[1]) Rendiconto dell' Accad. delle scienze. Napoli 1849. 128. Roth, Vesuv 1857. 484.

[2]) Abhandlungen der Akademie 1877. 18.

verbundenen Bimsteinen mit Stückchen von Lava, von hellgrauem feinkörnigem, augitführendem Sanidintrachyt und von Obsidian bestehen. In diesen Bimsteinen, wie auch in denen, welche lose Lagen im grauen Tuff bilden, erkennt man dunkle Glimmerblättchen, grüne Augite, sparsamer Sanidin. Ich habe im Dünnschliff Leucit nicht mit Sicherheit gesehen, ebenso wenig in dem feinkörnigen, hellgrauen Sand, der in den untersten Schichten des grauen Tuffs mit Bimsteinlagen wechselt. Man erkennt im Sande Bruchstücke von Sanidin, Augit, Glimmer, Körnchen von Magneteisen, sehr reichliche Glassplitter, welche oft braune Lagen, oft zahlreiche Gasblasen zeigen, Bimstein und einzelne mit Salzsäure brausende Kalkstückchen. Im Tuffe selbst und in den mit ihm wechselnden Bimsteinlagen finden sich etwas mehr als wallnussgrosse Conglomeratgesteine, in welchen zumeist Brocken von Sanidintrachytobsidian, sparsamer von Trachyt, und kleine rothbraune Schlacken durch Tuff verbunden sind, aber mit ihnen zusammen ebenso grosse Fragmente eines hellgrauen feinkörnigen Gesteins, in dem man mit blossem Auge Sanidin und grüne Augite erkennt. Der Dünnschliff zeigt ausserdem Magnetit, einige Plagioklase und untergeordnet Leucit, z. Th. mit deutlichen Augitkornkränzen. Man muss das Gestein als leucitführenden Sanidintrachyt bezeichnen. In Bruchstücken eines anderen feinkörnigen grauen Gesteins erkennt man mit blossem Auge kleine Leucite in grosser Menge und hellgrüne Augite, im Dünnschliff in den Leuciten nicht selten Augitkornkränze, ferner Magneteisen, einzelne Sanidinzwillinge und grössere z. Th. radialstrahlig angeordnete Plagioklase. Äusserlich sehr ähnlich sehen Gesteinsbruchstücke aus, die neben echt trachytischen Gesteinen in den Tuffen östlich der Torre Lupara (Rand des Kraters von Astroni) vorkommen. Der Dünnschliff zeigt neben grossen und sehr reichlichen Leuciten und Augiten Magneteisen, kleine und nicht radialstrahlig angeordnete Plagioklase. Die Leucite sind voll von Mikrolithen. Dasselbe mikroskopische Bild liefert der z. Th. recht frische Leucitophyr, welcher in den Tuffen nordöstlich vom Lago di Averno in rundlichen Blöcken vorkommt. Ich habe darin ebenso wenig als Kalkowsky (Jahrb. Mineral. 1878. 729) Olivin gefunden, auch nicht in den Schliffen, welche Ochatz von den durch Fr. Hoffmann gesammelten Stücken angefertigt hat. Ich theile die von G. Guiscardi (Rendiconto dell' Accademia delle scienze fisiche e matematiche di

Napoli. Mai 1879) ausgesprochene Ansicht, dass man es nicht mit einer einst zusammenhangenden, massigen Bank von Leucitophyr zu thun habe: es sind lose ausgeworfene Massen. Die Bestätigung für diese Ansicht liefern Leucitophyrstückchen, welche fort in zusammengebackenen Bimsteinen vorkommen. Genau denselben Leucitophyr sammelte Abich (nach Handstücken im mineralogischen Museum) am Monte di Procida. Bemerkenswerth erscheint, dass, während nach vom Rath im Arsostrom Leucit accessorisch vorkommt, in den phlegräischen Feldern leucitführende Trachyte anstehend nicht bekannt sind; dass Leucitophyr in den Trachyttuffen der Campi flegrei wahrscheinlich viel verbreiteter ist, als man annahm, und wohl noch an vielen Punkten anzutreffen sein wird; dass die Ausbruchspunkte dieses Leucitophyrs schwerlich weit ablagen von denen der übrigen Einschlüsse, mit welchen er gleichzeitig ist; dass endlich ein Theil der Leucitophyre (Vomero, Astroni, Lago di Averno, Monte di Procida) den Typus der Sommavesuvlaven hat, während ein anderer Theil denselben nicht zu besitzen scheint. Die enge Verbindung, in welcher der augithaltige Trachyt der Campi flegrei durch den leucithaltigen Trachyt mit den Leucitophyren des Somma-Vesuvs steht, führt zu dem Versuch aus dem Mittel der chemischen Analysen dieses Trachytes und der Leucitophyrlaven[1]) zu berechnen, worin der chemische Unterschied liegt. Die Mittel ergeben (abgesehen von Cl, P^2O^5, MnO) für

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	
Trachyt	60,93	20,11	5,20	0,60	2,41	3,85	7,98	= 101,08
Leucitophyrlava	47,67	18,79	10,33	4,39	9,48	2,65	6,38	= 99,69

Man sieht, dass jedenfalls der Trachyt weniger Eisenoxyde, Magnesia und Kalk enthält als der Leucitophyr, sieht aber auch, dass aus Trachyt durch Einschmelzen von magnesiahaltigem Kalk niemals Leucitophyr entstehen kann. Eine Ansicht, die übrigens durch das Verhalten der übrigen Eruptivgesteine widerlegt wird, insofern durchbrochene Sedimente keinen Einfluss auf die chemi-

[1]) Berechnet aus 20 Analysen von Haughton, 27 von C. W. C. Fuchs und 2 Analysen von Rammelsberg. Ohne Rücksicht auf Titan- und Phosphorsäure, Fluor und Chlor. Manganoxydul dem Eisenoxydul zugerechnet.

sche Zusammensetzung des Durchbrechenden üben, wie ich früher nachgewiesen habe. Vielleicht liesse sich von einer Verschmelzung von Sanidin-Trachyten und Nepheliniten die Zusammensetzung dieser Leucitophyre ableiten, aber bis jetzt sind Nephelinite in der Nähe der italischen Leucitophyre nicht nachgewiesen.

6. Scoglio di S. Martino. Westlich vom Monte di Procida gelegen. Die Klippe zeigt zu unterst den braunen und gelben Trachyttuff mit einem Strom eines sehr porös ausgebildeten Trachytes, darüber Bimsteintuff, über diesem im Tuff eine Trümmerschicht, die wieder von Tuff überlagert wird. Der Trachytstrom ist als hellbraunes, feinporoses, lockeres Gestein ausgebildet, in welchem reichlich grosse Sanidine, sehr sparsam grüner Augit und dunkle Glimmerblättchen zu sehen sind. Auf den Tuff, in welchem zahlreiche Trachytobsidianstücke mit vielen Sanidinen, ferner Bimsteine so wie einzelne, rothe, zersetzte Trachyte sich finden, hat der Strom keinerlei Contactwirkungen ausgeübt; an den kleinen Stromausläufern liegt der Trachyt nicht direct dem Tuff an, sie sind durch einen zollbreiten Zwischenraum getrennt. Die Trümmerschicht enthält: Graue Sanidintrachyte mit einzelnen Blättchen dunklen Glimmers und Drusen, in denen kleine braune Chabasite liegen; Obsidiane mit Sanidinen; weisse Bimsteine mit Sanidinen und grünen Augiten; rundliche Knauer, in welchen schwarze Schlacken-, graue Trachyt-, gelbbraune Bimsteintrümmer, lose ausgeworfene Sanidine, Augit- und dunkle Glimmerblättchen durch braunen harten Tuff verkittet sind. Den nach der Lage des Scoglio dort von mir vermutheten Leucitophyr habe ich nicht aufgefunden.

7. Ischia[1]).

Ischia wird häufig von Erdbeben betroffen. Nach dem Erdstosse am 26. Juli 1805 zählte man bis 1827 deren vierzehn. Am 2. Februar 1828 litt durch einen heftigen Erdstoss am meisten die Gegend zwischen Fango und Mennella (westlich von Casamicciola) und Lacco. Die Erschütterung, welche vom Epomeo auszugehen schien, erstreckte sich bis Forio, Fontana, Testaccio. Am 14. Fe-

[1]) Die folgenden Mittheilungen über das Erdbeben in Ischia sind den Berichten von Guiscardi und M. F. de Rossi und eigenen Beobachtungen entnommen.

›rnar 1828 zerstörte ein heftiges Erdbeben das Gebiet von Casa-nicciola, am 7. Juni 1852 und am 15. August 1867 trafen heftige Erdstösse die Insel, von denen der letztere wieder in Casamic-:iola am heftigsten gespürt ward. Schwächere Erschütterungen ler Insel fanden 1841, am 30. Januar 1863, am 13. Juli 1875, Ende Juli 1880 statt.

Geologisch besteht die Insel der Hauptsache nach aus Tra-:hyttuffen, in und auf welchen Trachytlavaströme liegen, und aus quaternären marinen Sedimenten, welche auf den Tuffen sich ab-lagerten als Ischia durch Senkung unter dem Meeresspiegel lag. Nach ihrer Bildung fanden noch vulkanische Ausbrüche statt. Diese Sedimente sind lockere, sogenannte Mergel (Marne) und darin lie-gender Thon (sogenannte Creta), beide wahrscheinlich aus den Tuffen durch Auswaschung entstanden. Die als technisches Ma-terial sehr geschätzte Creta wird in z. Th. unterirdischen Gruben (so namentlich um Casamicciola) gewonnen. Als Reste der frü-heren vulkanischen Thätigkeit sind auf Ischia schwache Fumarolen und einige heisse Quellen vorhanden.

Am 4. März 1881, Mittags 1 Uhr 5 Minuten, wurde Casamic-ciola und seine Umgebung, also ein relativ kleines Gebiet, von einem kurzen, heftig wirkenden, bald darauf von einem zweiten Erdstoss betroffen, was sich am 6., 7., 15., 17. März in schwäche-rer Weise wiederholte. Die lang nahezu von West nach Ost ge-dehnte Ortschaft, welche zum grössten Theil auf der Marna, zum kleineren Theil auf den lockeren Trachyttuffen des Epomeo liegt, lehnt sich mit ihrem südlicheren Theil an die nördlichen Vorhügel des Epomeo und erreicht im Mittel etwa 100^{m} Seehöhe. Im Nor-den des östlichen Theils erhebt sich zu 135^{m} Seehöhe ein aus Trachyttuff bestehender Hügel, auf welchem die Sentinella grande und piccola, so wie Hôtel de Bellevue liegen.

Die Wirkungen des Erdstosses waren am stärksten in dem durch eine Ellipse begrenzten Gebiet, dessen 1,65^{km} lange West-ostaxe von Fango nach Sta. Barbara (am Ostende von Casamic-ciola) geht, während schwächere Wirkungen das elliptische Gebiet zeigt, welches westlich von Lacco ameno, Spadara, Stennecchia, südlich von Casa Pizzi am Epomeoabfall, östlich von Monte und der Punta Perrone (westlich des Monte Tabor), nördlich vom Meer begrenzt wird. Südlich von diesem Gebiet und vom Epomeo wur-den in Fontana, Moropano, Barano — Ortschaften, durch welche

sich eine von Nordwest nach Südost gehende Linie legen lässt – z. Th. heftige Wirkungen des Erdstosses verspürt, ebenso westlich des eigentlichen Stossgebietes in Santa Lucia delle Vajole, auf dem Wege von Casamicciola nach Forio. Der Stoss wurde ferner in Vivara, Bacoli (südwestlich von Pozzuoli) und in Ventotene (Ponzainseln) wahrgenommen.

Die Zerstörung der Häuser in Casamicciola gibt keinen sicheren Maassstab für die Stärke des Stosses; je nach der besseren oder schlechteren Bauart der Häuser zeigen sich Unterschiede, die in nahe neben einander liegenden Gebäuden hervortreten. Die neu und gut gebaute Villa Sauvé ist ganz unversehrt, während die nördlich und nahe gelegenen Sentinellen Wirkungen des Erdstosses zeigen; Hôtel Bellevue ist in den älteren Theilen beschädigt, während die neueren Theile unversehrt blieben. Spalten im Erdboden sind nur sparsam, mit geringer Breite (5^{mm}) und ohne Verwerfungen entstanden, sie haben die Richtung N30°O (Angaben überhaupt ohne Reduction). An der für den Eintretenden rechten Seite der wenig beschädigten Pfarrkirche, deren Längsaxe etwa Nordost—Südwest geht, liegen drei Kapellen. In der südlichsten ist der Altartisch so verschoben, dass seine linke vordere Ecke 60^{mm} weit in das Innere der Kapelle vorspringt. Die Risse in den Mauern gehen etwa von West nach Ost, der Stoss hat die Kirche über Eck getroffen. Die Kirche Sta. Maria della Pieta oder Oratorio, deren Längsaxe nahezu NNO—SSW lag, ist ganz zerstört. Vor ihr stehen viereckige, 2,8^{m} hohe, aus Hausteinen aufgesetzte Pfeiler von 0,65^{m} Breite, an welche ein eisernes Gitter befestigt war. Die Pfeiler bestehen aus je 7 Steinen, jeder trägt ein aus einem Haustein bestehendes Gesims und steht auf einem W30°N gerichteten Sockel aus viereckigen Steinen. Die 4 untersten Steine des linken Pfeilers haben sich um 2° gedreht; der fünfte, an welchem die Angeln des Gitters befestigt waren, ist nicht verschoben; der sechste verhielt sich wie die 4 untersten; der siebente hat sich gedreht, aber in der den 4 untersten entgegengesetzten Richtung. Vom rechten Pfeiler haben sich der sechste und siebente Stein gedreht wie die 4 untersten des linken Pfeilers. Beide Gesimse sind von Ost nach West verschoben, das des linken Pfeilers schwächer als des rechten. An den halbkreisförmigen Bogen der Eingangsthüren der Häuser sieht man häufig ein Vorspringen und Zurücktreten; viereckige Pfeiler, welche auf Mauern stehen, sind horizontal nach der

Lage der Ziegelsteine zerrissen und die abgerissenen Stücke um einige Grade (etwa 5°) verschoben. Kleine Statuen in den Nischen der Kapellen sind umgedreht und zwar nach Westen hin, Arbeiter auf dem Felde wurden durch den Stoss zur Erde geworfen. Der Stoss war wellenförmig und sussultorisch und von grossem Getöse begleitet. Man baut die Häuser auf der Stelle, wo sie standen, wieder auf.

Der Fels, auf welchem das Castello d'Ischia steht, ist nicht, wie oft angegeben wird, aus Trachyt zusammengesetzt, besteht vielmehr, wie ein Gang durch das Castell lehrt, den wohl nicht Viele unternommen haben, und schon Spallanzi anführt, aus Sanidintrachyttuff, durch welchen Sanidintrachyte als Gänge hindurchsetzen. Der Trachyt führt keineswegs überall Sodalith; die Gänge, welche in dem kleinen, etwa in der halben Höhe des Felsens befindlichen Garten aufsetzen, sind frei von Sodalith. Meist liegt dieser in den Rissen des Trachytes und erscheint dort durch Sublimation entstanden. Mit ihm kommen ebenfalls sublimirt vor: gelblichbraune, fein nadelförmige Augite, deren Winkel Websky durch Messung bestimmte; dunkler braunroth gefärbte, kleine Titanite; Magneteisen; gelblichweisse Nepheline in ausgezeichneten sechsseitigen Säulen mit graden Endflächen und für diesen Fundort neu. Der Dünnschliff dieses Trachytes zeigt als Hauptgemengtheil Sanidine, kleine Plagioklase, wenig Augit, Magneteisen. Sowohl der sodalithhaltige als der sodalithfreie Trachyt zeigen eine dem Piperno ähnliche Ausbildung: Streifen und rundliche Massen grauen compakten Trachytes wechseln mit hellgelblichem, porosem, viel lockerer ausgebildetem Gestein.

8. Procida und Vivara.

Die geologischen und chemischen Angaben über beide Inseln sind nicht zahlreich. Abich (Vulk. Erscheinungen 1841. 62. 78) gibt im Sanidintrachyt-Obsidian (wie auch in den Bimsteinen von Ischia und der Campi flegrei) doppelt so viel Natron als Kali an, während Fuchs 1872 in den Bimsteinen von Ischia viel mehr Kali als Natron fand. Die Analyse der von Abich wegen des hohen Gehaltes an Kalk, Magnesia und Eisen als basaltisch bezeichneten Tuffe von Vivara verdiente wiederholte Prüfung. Die Trachyttuffe und die in die Tuffe eingeschalteten Trachytströme in

Procida haben Scacchi und Abich beschrieben, und die Eigenthümlichkeit beider Inseln hervorgeboben: in den Tuffen liegt eine Trümmerschicht, welche neben Bruchstücken von Trachyten, Trachyt-Bimsteinen, Trachyt-Obsidianen, Leucitophyren durch hohe Temperatur geröthete Tuffe und Schlacken, Silikatblöcke und veränderte Kalke führt, denen des Somma-Vesuvs ähnlich. Dass dieselbe Trümmerschicht am Foce di Fusaro und am Monte di Procida vorkommt, erwähnen Scacchi und Abich; von einer ähnlichen Schicht am Scoglio di S. Martino war oben die Rede.

Schon vielfach ist darauf hingewiesen, dass die mit Procida durch eine niedrige Landzunge verbundene Punta di Perricchio einen Theil des Kraters bildet, dessen grösstes Stück die Insel Vivara darstellt. Geringere Tiefe des Meeres und aus dem Meer hervorragende Klippen nördlich des zwischen Vivara und der Punta di Perricchio liegenden Golfes von Cenito sind weitere Beweise. Es ist bemerkenswerth, dass die Trümmerschicht an der Punta di Perricchio fehlt. Mindestens der obere, aus lockern Bimsteintuffen bestehende Theil dieses Kraters muss supramarin gebildet sein, und für einen grossen Theil der übrigen Tuffe erscheint dieselbe Bildung wahrscheinlich.

Einzeln kommen in den Tuffen dieselben Gesteinstrümmer vor wie in der Trümmerschicht, welche ja nur eine Anhäufung der ausgeworfenen Gesteinstrümmer darstellt.

Procida.

Die Hauptmasse der Insel besteht aus dem gewöhnlichen, gelben und braunen, geschichteten, kleine Bimsteine führenden Tuff der phlegraeischen Felder, dem Tufo giallo. Darüber liegt an den Küsten, welche ich zunächst untersuchte, graugrünlicher und weisser Tuff, welcher dann die Oberfläche bildet. Wo in den braunen Tuffen grössere Schlackenstücke liegen, riefen sie beim Auffallen eine Vertiefung im Tuff hervor, so dass dort die Schichtung unterbrochen ist. (Punta di Chiuppeto u. s. w.). Eine grünlich-graue Tuffvarietät unter dem Castell besteht zumeist aus porosen Bruchstücken grünlicher glasiger Massen, neben denen sich Sanidin, Augit, Magnetit findet. Die glasigen Bruchstücke schmelzen v. d. L. leicht zu einem blasigen Glas. Der fein gepulverte Tuff zeigt im höchsten Grade die von Abich (l. c. 92) erwähnte Eigenschaft beim Glühen kleine, hohle, z. Th. auf Wasser schwimmende Glas-

kugeln zu liefern.[1]) Mit heisser Salzsäure zersetzt sich das feine grünliche Pulver schwer und gelatinirt, gibt beim Erhitzen etwas Wasser ab und bräunt sich. Eine andere graue lockere Tuffvarietät der Punta di Chiuppeto, die wesentlich aus Sanidin, Augit, Glimmer und Magnetit besteht, liefert beim Glühen des Pulvers, welches seine graue Farbe nicht ändert, keine Glaskugeln.

Am östlichen Theil der Insel, um die Punta di Ricciola oder della Croce, ferner an der Punta di Chiuppeto und am Pozzo vecchio liegt horizontal oder wenig geneigt im Tuff 1—2^{m} mächtig schwärzlicher Trachyt; am Capo Bova steigt der mächtige grauliche Trachytstrom vom Meer bis zu Zweidrittel der Höhe der Insel empor. Nirgend lässt sich der Ursprung der Trachyte erkennen, welche z. Th. in das Meer fortsetzen.

Der Sanidin-Trachyt der Punta di Ricciola ist schwärzlich, compakt und enthält einige porose Lagen. Er zeigt makroskopisch nur Sanidin. Im Dünnschliff sieht man in der isotropen und sphaerolithischen Grundmasse reichliche, z. Th. büschelförmige Sanidine, sparsam Augit, reichlicher Magneteisen. Hellere Partien, welche nicht als Einschlüsse zu betrachten sind, haben dieselbe Struktur. Die Sphaerolithe zeigen z. Th. das Kreuz. Der Trachyt des Capo Bova lässt in dichter, grauer, krystallinischer Grundmasse sparsam Sanidin und grünen Augit erkennen. Der Dünnschliff zeigt noch sparsam Plagioklas und reichlich Magneteisen.

Die im Tuff liegende Trümmerschicht zeigt verschiedene Mächtigkeit und verschiedene Neigung, liegt bald auf Tuff, bald auf schwarzgrauem Trachyt (P. di Ricciola, Pozzo vecchio) und lässt sich vom Castell bis zur Marina di S. Cattolico verfolgen, tritt dann östlich der Punta di Chiuppeto wieder auf, und hört, bei Capo Bova durch einen Trachytstrom unterbrochen, an der Westseite der Insel bei Punta della Serra auf. Sehr oft ist die Form der Trümmer rund und bombenähnlich; namentlich sind Bomben aus rothen Schlacken häufig, welche gerötheten Trachytstücke verkitten. An veränderten Kalksteinen und an gerötheten Tuffen, wel-

[1]) Gepulverter Palagonit von Seljadalr, Island, dessen hellgelbliches Pulver beim Glühen dunkelbraun wird, und gepulverter weisser Felsitporphyrpechstein, dessen grünliches Pulver beim Glühen seine Farbe kaum ändert, liefern keine Glaskugeln. Palagonit in Stücken erhitzt liefert bekanntlich nach Bunsen Zeolithe.

che dann mehr Zusammenhalt haben als gewöhnlich, aber die gelben Bimsteinstückchen wie der gewöhnliche gelbe Tuff zeigen, ist die Wirkung hoher Temperatur wahrzunehmen.

Unter den Trachyttrümmern kommen Varietäten vor, die anstehend auf Procida (und Ischia) nicht bekannt sind. Man sieht, dass manche der Trachyttrümmer durch Zersetzung erst geröthet und dann gebleicht wurden, so dass sie dem Bianchetto ähnlich werden. Während der Bildung der Trümmerschicht herrschte an dem Ausbruchspunkt hohe Temperatur und Fumarolenthätigkeit, von beiden ist an der Hauptmasse der Tuffe nichts wahrzunehmen.

Von den meist grauen Trachytbruchstücken der Trümmerschicht und der Tuffe wurden einige untersucht. Ein hellgrauer, compakter, feinkörniger Sanidintrachyt enthält in der Grundmasse grosse und reichliche Sanidine, sparsam Plagioklas, grünen Augit und dunkle Glimmerblättchen. Der Dünnschliff zeigt ziemlich viel Plagioklas und Magneteisen, den Plagioklas bisweilen als Einschluss im Sanidin.

In einem anderen hellgrauen, feinkörnigen, porosen Sanidintrachyt sieht man Sanidine und grosse grüne Augite, in den Hohlräumen zahlreiche sublimirte Mineralien, namentlich Sanidin und Augit. Der Dünnschliff zeigt noch Magneteisen.

Die compakten Sanidintrachyt-Obsidiane der Tuffe und der Trümmerschicht sind in dünnen Splittern bräunlich oder grünlich durchsichtig, zeigen keine mikroskopischen Krystalle, Mikrolithe und Trichite, enthalten grosse und häufige Sanidine, bisweilen hellbraune, regellos vertheilte Sphaerolithe. Da, wo sie braune bimsteinähnliche Lagen führen, welche in langfasrigen Bimstein verlaufen, und in den Bimsteinen selbst erscheinen neben den grossen Sanidinen grüne Augite und dunkle Glimmerblättchen. Einzelne Obsidiantrümmer zeigen matte, braune, von Obsidianplatten durchzogene Streifen, in denen Sanidine ausgeschieden sind. Wo die matte braune Masse überwiegt, liegen darin zahlreiche Sanidine, einige grüne Augite und Einschlüsse von grauem Trachyt. Ich möchte dies Vorkommen von Procida, das dem in Pianura auftretenden durchaus gleicht, nicht als veränderten Tuff ansehen. Die Obsidiane haben die von Abich (l. c. p. 79) erwähnte Eigenschaft in der Löthrohrflamme schneeweiss zu werden und rindenartig aufzuschwellen.

Die Leucitophyre der Trümmerschicht gleichen nicht den Vesuvlaven. Sie zeigen in dichter, compakter, durch Verwitterung öthlichbraun gewordener Grundmasse zahlreiche kleine, gelblichreisse, nicht mehr frische Leucite, hier und da mit Einschlüssen on Augit. Augit erscheint sparsamer, weil er meist zu thonigisenschüssigen Massen verwittert ist; dasselbe gilt von den einelnen Glimmerblättchen. In den durch verwitterte Kalkeinschlüsse ntstandenen Hohlräumen ist, ähnlich wie in Vesuvlaven, Kalk-, Braun- und Bitterspath entstanden; sparsam ist der eingeschlossene Kalk noch erhalten. Der Dünnschliff der Leucitophyre zeigt Plagioklase reichlicher als in Somma- und Vesuvlaven, aber wohlerhalten, das Magneteisen zu Brauneisen verwittert, während weder Sanidin noch Olivin nachzuweisen sind. Zwillingsstreifung ist im Leucit nicht mehr zu erkennen.

Unter den Silikatblöcken findet sich ein weisses, lockeres Gestein, das hauptsächlich aus Sanidin besteht, daneben einzelne grosse grüne Augite, einige dunkle Glimmerblättchen und etwas titanhaltiges Magneteisen enthält. Im Dünnschliff sieht man noch Plagioklas und in den Feldspathen häufig Gitterstruktur. Andere lockere Silikatblöcke enthalten nur Sanidin, grünen Augit und sehr sparsam Magneteisen. Ein fester, weisser, drusiger Auswürfling besteht aus Sanidin, etwas Hornblende und Augit, sparsamem Glimmer und Magneteisen. In den Drusen sitzt auf sublimirtem Sanidin sublimirter Titanit und Magnetit.

Unter den veränderten, Silikate enthaltenden Kalken scheint die Mehrzahl aus feinkörnigem Kalk und Vesuvian zu bestehen.

Vivara.

Die schmale, im Mittel 650 Fuss breite, nach Abich im Maximum 336 Fuss hohe, bogenförmige Insel ist der Überrest eines zum grossen Theil supramarin gebildeten Tuffkraters, in welchem jetzt keine Spur vulkanischer Thätigkeit mehr vorhanden ist. Die deutlich geschichteten Tuffe, welche die ganze Insel zusammensetzen, fallen nach Westen, nach aussen; an der Ostseite der Insel, dem steilen Innenabfall des Kraters, sieht man daher die Querschnitte der Tuffschichten entblösst.

Am Nordrande der Insel, dem gewöhnlichen Landungsplatz, liegen zu unterst ziemlich lockere, grünlichbraune Tuffe, welche nach oben hin dunkelgraue Färbung annehmen. Einen Theil der

obersten Partien abgerechnet, enthalten sie überall zahlreiche, poröse, dunkelfarbige, höchstens wallnussgrosse, eckige, im Bruch pechsteinähnlich glänzende, schlackige Bruchstücke eingesprengt, welche auf der von Wind und Wetter benagten Oberfläche des Tuffes hervorragen. Darüber folgen, wenn auch nicht überall die Oberfläche dieses Theils der Insel bildend, gelblichweisse, lockere Bimsteintuffe, in welchen Lagen von grösseren, oft mehr als nussgrossen Bimsteinen vorkommen. Eine mächtige Schicht dieser Bimsteine schliesst die in Vivara nur an dieser Stelle vorkommende und geneigte Trümmerschicht ein, welche nur an dem steilen Innenabfalle sichtbar ist und so hoch liegt, dass nur Herabgerolltes über ihren Inhalt Aufschluss giebt. Sie enthält Bruchstücke von Sanidintrachyt, den dazu gehörigen Obsidianen und Bimsteinen, von Kalken, welche die Einwirkung hoher Temperatur zeigen, von schwach dolomitischen Kalken mit verwittertem, aber noch kenntlichem Periklas, nach Abich auch von Leucitophyren. Dieselben Bruchstücke, an denen bisweilen die Einwirkung saurer Fumarolengase sichtbar wird, liegen einzeln in den oberhalb und unterhalb der Trümmerschicht befindlichen Tuffen, namentlich in den Bimsteintuffen.

Im südlichen Theil der Insel ist das Hauptgestein, welches auch nördlich der Batterie meist die Oberfläche bildet, ein festerer, hellbrauner, poröser Tuff mit braunen, porigen, eckigen, bis haselnussgrossen, im Bruch pechsteinähnlichen, sehr fest mit der übrigen Masse zusammenhängenden Bruchstücken. In ihren Poren, wie in denen des Tuffes, sieht man überall Zeolithe. Der Tuff enthält sparsam Trümmer von Sanidinen, Augiten, grauem Trachyt und gelblichweissen Bimsteinen. Über dem Tuff liegen, am Innenabfall sichtbar, die schon erwähnten Bimsteinschichten mit Trachyten, Obsidianen, Kalken. An einigen Stellen folgt darüber ein wenig mächtiger, hellgelber, sehr lockerer Trachyttuff mit kleinen sparsamen Bimsteinstückchen, etwas Sanidin, Augit und dunklem Glimmer. Dieser Tuff wird von dem hellbraunen Tuff bedeckt.

Die meist feinkörnigen, grauen und compakten Trachyte der Tuffe gleichen denen von Procida, enthalten grosse Sanidine und grüne Augite, zu denen nach den Dünnschliffen sparsame Plagioklase, Magneteisen und bisweilen kleine Glimmerblättchen kommen. Accessorisch findet sich Leucit sparsam, in welchem wegen Verwitterung die Zwillingsstreifung nicht mehr zu erkennen ist. Hier

und da haben die Trachyte einen dünnen Überzug von traubenförmigem Hyalit. In braunen, stark porosen, schlackigen Trachyten sieht man neben den grossen Sanidinen und grünen Augiten kleine dunkle Glimmerblättchen; hellfarbige Trachyte enthalten überwiegend Sanidin neben Glimmer und Augit, dunkelfarbige gleichen dem von Punta di Ricciola auf Procida. Die Obsidiane und Bimsteine gleichen denen von Procida. Von Trichiten ist nichts zu sehen, neben Sanidin sieht man Glimmer und Augit, letztere beiden besonders in den Bimsteinen.

Der grünliche Tuff des nördlichen Theils der Insel enthält neben den erwähnten dunkelfarbigen Trümmern sparsame Bruchstücke von Sanidinen, grauen Trachyten und hellfarbigen Bimsteinen; hier und da verräth ein grüner Überzug die Gegenwart von Kupferoxyd; Salzsäure weist eine geringe Menge von Karbonaten nach; von Zeolithen ist mit der Loupe nichts zu sehen.

Im Dünnschliff sieht man sowohl den lockeren grünlich braunen Tuff als die dunkelfarbenen Trümmer aus blasigem, bräunlich grünem Glas bestehen, in welchem Sanidine, z. Th. zonal und mit stabförmigen Einschlüssen des Glases, und Mikrolithe, wohl meist von Sanidin zahlreich, dagegen Plagioklase, Augite und Magneteisen nur sparsam auftreten. Die Blasenräume des Glases sind zum Theil fluidal angeordnet, meist erfüllt und zwar mit Karbonaten, Zeolithen und dunkler körniger Substanz, welche die Farbe der grösseren Trümmer im Dünnschliff bedingt.

Ausgezeichnet ist dieser Tuff durch die Eigenschaft beim Glühen des feinen Pulvers sowohl der lockeren Massen als der dunkelfarbigen Einschlüsse hohle Glaskugeln zu geben, wie der Tuff von Procida. Das Pulver färbt sich beim Glühen schwarzbraun. In der Löthrohrflamme schwellen die dunklen Einschlüsse zu einem blasigen graulich-grünem Glase auf. Der Wassergehalt der ganzen Masse ist gering. Das Pulver des lockeren hellgelben Tuffes wird beim Glühen schwarzbraun, liefert jedoch keine hohlen Glaskugeln.

Stücke des festeren hellbraunen Tuffes schmelzen vor dem Löthrohr leicht zu einem schaumigen, graulich-grünen Glas. Das feine hellgelbe Pulver wird beim Glühen dunkelbraun und liefert nur wenige hohle Glaskugeln, ebenso verhält sich das Pulver der dunkelfarbigen Einschlüsse. Das Gestein, welches beim Erhitzen etwas Wasser abgibt, zeigt im Dünnschliff dieselbe Beschaffenheit

wie der grünlich braune Tuff, nur sind hier die grünlichen Glasmassen von einem gelblich-braunen, Aggregatpolarisation zeigenden Ring umgeben.

Behandelt man Stückchen des Gesteins längere Zeit mit Salzsäure in der Kälte und nimmt die lösliche Kieselsäure mit Natronlauge weg, so bleibt ein geringer Theil, bestehend aus Sanidin und Augit nebst etwas grünlicher Glasmasse, zurück.

17. November. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Websky las:

Über das Vorkommen von Phenakit in der Schweiz.

Im verflossenen Frühjahr (1881) wurde von dem Mineralienhändler Pech, hier, eine aus zwei durcheinander gewachsenen Säulen bestehende Krystallgruppe unter der Bezeichnung: „Milarit von Val Giuf" nach Berlin gebracht und für das mineralogische Museum erworben.

Wegen ihrer auffallend sich von den bekannten Formen des Milarit's unterscheidenden Polflächen-Entwicklung alsbald in Untersuchung genommen, zeigten die Krystalle zwar einige allenfalls auf die krystallographischen Elemente des Milarit's zurückführbare Bogenwerthe, daneben aber so viel davon abweichende Momente, dass weiter gehende Vergleichungen angestellt wurden. Dabei ergab sich eine nahezu vollkommene Übereinstimmung der Neigungs-Verhältnisse mit denen der am Phenakit auftretenden Krystallflächen. Obgleich nun die letztere Gattung eine ganz seltene ist und an den drei allein mit Sicherheit festgestellten Fundorten, zu Framont im Elsass, an dem Ufer der Takowaja und bei Miask am Ural, ganz andere Gestaltungsweisen zeigt, so spricht doch ausser der Übereinstimmung der Winkelwerthe die an dem vorliegenden Exemplar in consequentester Weise auftretende hexagonale Tetartoëdrie gewendeter Rhomboëder für die Vermuthung, dass man es mit einem Vorkommen von Phenakit zu thun habe, weil dieser eine solche Ausbildungsweise nur mit sehr wenigen Mineralkörpern theilt.

Ein weiterer wichtiger Umstand ist das Volumen-Gewicht der Krystallgruppe, welches auf 2,966 bei 1,801^{gr} Schwere in der Luft bestimmt wurde; für Phenakit vom Ural fand aber Kokscharow (Mater. II, p. 339) das Volumen-Gewicht = 2,966 — 2,996, was mit Rücksicht auf den Umstand, dass die vorliegende Krystallgruppe etwas durch Chlorit verunreinigt ist, als eine vollkommene Übereinstimmung bezeichnet werden muss.

Milarit hat dagegen nach Tschermak (Min. Mitth. VII, 348) das Volumen-Gewicht = 2,5529.

Unter den obwaltenden Umständen musste der angegebene Fundort Val Giuf Bedenken erregen und ergaben auch in der That weitere Erkundigungen über die Herkunft der fraglichen Krystallgruppe, dass derselben der besagte Fundort einfach beigelegt worden sei, weil man dieselbe als Milarit in Anspruch nehmen zu können glaubte und Milarit fast nur im Val Giuf angetroffen wird. In Wirklichkeit ist jedoch dieselbe unter einer Parthie verschiedener Mineralien aufgefunden worden, die am Rhone-Gletscher von einem Hirten durch einen Herrn aus München erworben war.

Die vorliegende Gruppe besteht aus zwei, nahe an ihren abgebrochenen Enden unter etwa 27° Neigung durcheinander gewachsenen Säulen von 12 und 14^{mm} Länge und 4 bis 5^{mm} Durchmesser; in der Gegend der Kreuzungsstelle sind dieselben stark durch Chloritschuppen verunreinigt, sonst wasserhell mit einem Stich ins Gelblichgrüne, nur hin und wieder von kurzen Quersprüngen durchzogen; die beiden Krystalle stehen in keinem orientirten Zusammenhange zu einander.

Der Glanz geht etwas über Glasglanz, die Härte ist grösser als die des Quarzes.

Die ausgedehnten Säulenflächen entsprechen ohngefähr dem ersten und zweiten hexagonalen Prisma, $g = \infty P$, $a = \infty P2$, sind aber der Länge nach stark und federartig gestreift oder richtiger cannelirt; die in den Furchen auftretenden Flächenelemente gehören grösstentheils äusserst steilen, nur wenige Minuten zur Hauptaxe geneigten Hemiskalenoëdern an; vereinzelt treten schmale Streifen auf, welche klare Reflexe liefern und den Prismen angehören.

Die glänzenden Polflächen sind an beiden Krystallen im Wesentlichen gleichartig, nur in ihrer relativen Ausdehnung ein Wenig verschieden.

Fig. 1 der Tafel ist der Grundriss des kürzeren, dickeren Krystall I, Fig. 2 eine zu demselben gehörende Seitenansicht; Fig. 3 ist der Grundriss des dünneren längeren Krystall II und Fig. 4 eine Seitenansicht desselben; Fig. 5 ist der Abschnitt einer stereographischen Kugelprojection der an denselben beobachteten Flächen, soweit ihre graphische Notirung möglich war.

Die genaue Ermittelung der Neigungs-Verhältnisse stösst auf Schwierigkeiten, weil die Hauptflächen mehrfache Reflexe geben.

Man unterscheidet zunächst ein Rhomboëder, dessen Polkantenwinkel ich auf einem, unten angegebenen Umwege auf 116°32′24″ festgestellt habe. Für Phenakit von Framont nimmt Beyrich Pogg. Ann. Bd. 34 (1835) p. 519) denselben = 116°40′, Kokscharow für Phenakit von Miask (Mater. Bd. III, p. 81) denselben = 116°36′ an. Bezeichnet man dieses Rhomboëder conform mit der üblichen Auffassung des Phenakit's als $+R$, dann sind die übrigen an den vorliegenden Krystallen vorkommenden Polflächen sämmtlich Hemiskalenoëder und zwar die meisten solche der Polkantenzone von $+R$, demnächst solche aus der Polkantenzone des ersten stumpferen Rhomboëders $-\frac{1}{2}R$, das selbst nicht vorkommt, wohl aber durch eine Gruppe vicinaler Hemiskalenoëder der ersteren Zone vertreten wird; ganz untergeordnet kommt noch die halbflächige Form des Dihexaëders zweiter Ordnung $p = \frac{\frac{2}{3}P2}{2}$ aus der Polkantenzone von $+R$ vor.

Die Flächen des Rhomboëders $+R$ geben fast immer drei Reflexe, von denen jedoch stets nur der eine und zwar oft ein schwächerer in den Zonenbogen der angrenzenden Hemiskalenoëder fällt; die seitliche Abweichung der anderen aus der Zone beträgt durchschnittlich 2—5 Minuten, der Abstand von dem tautozonalen Reflexe in der Richtung der Zone theils ebensoweit, theils bis 30 Minuten; die nicht tautozonalen Reflexe scheinen von vicinalen Flächen herzurühren, doch ist es nicht gelungen ihren Zonenverband aufzuklären; sie bilden aber mit dem tautozonalen Theil der hier zum Rhomboëder $+R$ gerechneten Oberfläche gradlinigte, im schief einfallenden Lichte wohl erkennbare Kanten.

Die Formenentwickelung der Polkantenzonen von $+R$ ist folgende: setzt man

$$R_1 = 1.0.\bar{1}.1 \quad , \quad R_2 = 0.\bar{1}.1.1 \quad , \quad R_3 = \bar{1}.1.0.1 \quad \text{(Bravais)}$$

so beginnen die Polkantenzonen

$$R_3 \,|\, R_1 \quad , \quad R_2 \,|\, R_1 \quad , \quad R_3 \,|\, R_2$$

mit den durchschnittlich undeutlich ausgebildeten Flächen des Prisma $a = \infty P2$, nämlich

$$a_1 = 2.\bar{1}.\bar{1}.0 \quad , \quad a_2 = \bar{1}.\bar{1}.2.0 \quad , \quad a_3 = \bar{1}.2.\bar{1}.0$$

und folgt dann zunächst ein Complex von Hemiskalenoëderflächen, in denen $s = \frac{r}{l}\frac{+R3}{2}$ vorherrscht, und zwar

$$s_1 = 3.\bar{1}.\bar{2}.1 \quad , \quad s_2 = \bar{1}.\bar{2}.3.1 \quad , \quad s_3 = \bar{2}.3.\bar{1}.1,$$

starke, aber vielfach durch Interferenz verschobene Reflexe gebend und immer endigend mit der sehr schmalen Fläche des Hemiskalenoëders $\lambda = \frac{r}{l}\frac{+R2}{2}$ in analoger Entwicklung. Die Flächen von s sind parallel der Zonenaxe gestreift und von nahe liegenden Hemiskalenoëdern der Zone begleitet; ziemlich breit entwickelt folgt auf s fast jedesmal die Fläche eines Hemiskalenoëders δ, das man

$$= \frac{r}{l}\frac{+R\frac{20}{7}}{2} = (27.13.\overline{40}.14), \text{ also } = 1(1.0.\bar{1}.1) + 13(2.1.\bar{3}.1)^*)$$

oder

$$= \frac{r}{l}\frac{+R\frac{11}{13}}{2} = (25.12.\overline{37}.13), \text{ also } = 1(1.0.\bar{1}.1) + 12(2.1.\bar{3}.1)$$

oder

$$= \frac{r}{l}\frac{+R\frac{17}{6}}{2} = (23.11.\overline{34}.12), \text{ also } = 1(1.0.\bar{1}.1) + 11(2.1.\bar{3}.1),$$

in einem Falle auch

$$= \frac{r}{l}\frac{+R\frac{25}{9}}{2} = (17.8.\overline{25}.9), \text{ also } = 1(1.0.\bar{1}.1) + 8(2.1.\bar{3}.1)$$

symbolisiren kann.

Besser definirbar kommen vereinzelt folgende Hemiskalenoëder in dieser Gruppe vor.

Am Krystall I erscheint unter R_2, λ_2 die Fläche des Hemiskalenoëders

$$\alpha = \frac{r}{l}\frac{+R\frac{13}{6}}{2} = (19.7.\overline{26}.12), \text{ also: } 5(1.0.\bar{1}.1) + 7(2.1.\bar{3}.1)$$

und eine Fläche von

$$\beta = \frac{r}{l}\frac{+R\frac{13}{9}}{2} = (9.4.\overline{13}.5), \text{ also: } 1(1.0.\bar{1}.1) + 4(2.1.\bar{3}.1).$$

beide sehr schmal, aber gut ausgebildet.

*) Vergleiche: Monatsberichte 1881 S. 756 u. f.

Am Krystall II hat der zwischen R_3 und a_3 liegende Complex ine singuläre Beschaffenheit, indem er in der Mitte seiner etwas n die Länge gezogenen Erstreckung einen einspringenden Winkel eigt; in der, der Fläche R_3 näheren Hälfte folgt auf λ und s zuächst noch die Fläche eines steileren Hemiskalenoëders, als s, ämlich

$$s = \frac{r}{l}\frac{+R\frac{13}{4}}{2} = (17.9.\overline{26}.8), \text{ also: } 1(1.1.\bar{2}.0) + 8(2.1.\bar{3}.1)\ ,$$

ann setzt mit besagtem einspringenden Winkel im unteren Theil lie Fläche eines flacheren Hemiskalenoëders

$$r = \frac{r}{l}\frac{+R\frac{11}{4}}{2} = (15.7.\overline{22}.8), \text{ also } = 1(1.0.\bar{1}.1) + 7(2.1.\bar{3}.1)$$

in, worauf wiederum $s = \frac{r}{l}\frac{+R3}{2} = (2.1.\bar{3}.1)$ und a_3 folgt.

Die in der Gegend von s entwickelten Complexe zeigen also olgende Formen:

am Krystall I

$$a_1, s_1, \delta_1, \lambda_1,$$
$$a_2, s_2, \delta_2, \beta_2, \alpha_2, \lambda_2,$$
$$a_3, s_3, \delta_3, \lambda_3\ ;$$

am Krystall II

$$a_1, s_1, \delta_1, \lambda_1,$$
$$a_2, s_2, \delta_2, \lambda_2,$$
$$a_3, s_3, \gamma_3, s_3, s_3, \lambda_3\ .$$

Auf den um s sich lagernden Complex folgen dann in den ben bezeichneten Zonen

$$R_1\ ,\ R_2\ ,\ R_3$$

nd sodann am Krystall II die Flächen von $p = \frac{r}{l}\cdot\frac{\frac{3}{2}P2}{2}$, nämlich

$$p_1 = 1.1.\bar{2}.3\ ,\ p_2 = 1.\bar{2}.1.3\ ,\ p_3 = \bar{2}.1.\bar{1}.3\ ;$$

m Krystall I fehlt p_1 und sind nur p_2 und p_3 ausgebildet.

Hieran schliessen sich die Complexe, welche die Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders vertreten. Die Reflex-Erscheinungen des letzteren sind folgende. Durchschnittlich 0°12′, bevor die Position von $-\frac{1}{2}R$ erreicht wird, d. h. also bei 90° — 0°12′ ab Säulenfläche a, erscheint ein präciser, zuweilen von einem schwächeren Nebenbilde begleiteter Reflex, dessen Fläche τ heissen möge, dann etwa ebensoweit hinter der Position von $-\frac{1}{2}R$, eine Gruppe von zwei schwachen, in etwa 0°2′ Abstand zu beiden Seiten des Zonenbogens liegenden Reflexen, deren Projection auf den Zonenbogen als Position $\downarrow$ bezeichnet werden soll, dann folgen in 0°43′ und 1°0′ weiterem durchschnittlichen Abstande zwei Reflexe, von den Flächen zweier Hemiskalenoëders $\varrho_\alpha, \varrho_\beta$ herrührend. Die Flächen σ sind glatt, die von $\varrho_\alpha, \varrho_\beta$ parallel der Zonenaxe fein gestreift; die Kante $\sigma \mid \varrho_\alpha$ ist durch zwei kleine, spitzwinklig in der Mitte zusammentreffende dreieckige Flächen weggenommen, welche die beiden Reflexe der Position $\downarrow$ erzeugen.

Man kann

$$\varrho_\beta = \frac{l}{r}\,\frac{-\frac{13}{29}R\frac{15}{13}}{2} = (\bar{1}.15.\overline{14}.29), \text{ also } = 14(0.1.\bar{1}.2) + 1(\bar{1}.1.0.1)$$

$$\varrho_\alpha = \frac{l}{r}\,\frac{-\frac{17}{37}R\frac{19}{17}}{2} = (\bar{1}.19.\overline{18}.37), \text{ also } = 18(0.1.\bar{1}.2) + 1(\bar{1}.1.0.1)$$

$$\sigma = \frac{r}{l}\,\frac{-\frac{80}{163}R\frac{41}{40}}{2} = (1.81.\overline{82}.163), \text{ also } = 81(0.1.\bar{1}.2) + 1(1.0.\bar{1}.1)$$

symbolisiren, jedoch ohne sonderliche Gewähr.

Auf diese die Flächen $-\frac{1}{2}R$ vertretende Complexe folgt dann im weiteren Verfolg der Zonen die Fläche

$$R_3 \quad , \quad R_1 \quad , \quad R_2$$

und sodann ohne weitere Zwischenflächen die Prismen

$$\bar{a}_1 \quad , \quad \bar{a}_2 \quad , \quad \bar{a}_3 \quad .$$

Von den in den Polkantenzonen von $+R$ auftretenden Formen sind a, R, s, λ, p am Phenakit bekannt, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ und ι, sowie $\sigma, \varrho_\alpha, \varrho_\beta$ noch nicht erwähnt.

Die nun noch übrig bleibenden, weitaus grössten Flächen, der Polkantenzone von $-\frac{1}{2}R$ angehörend, entsprechen gleichfalls einer schon am Phenakit bekannten Form, nämlich einem Hemiskalenoëder

$$\chi = \frac{r}{l}\frac{-\frac{1}{2}R_3}{2} = (2.1.\bar{3}.2)\,,$$

esitzen aber an den vorliegenden Krystallen eine eigenthümliche)berflächen-Beschaffenheit; dieselben zeigen nämlich entweder iso-irt hervortretend oder dachziegelartig übereinander liegende glän-ende Felder von scharf elliptischer Contur auf einem, um sie ihngefähr concentrisch cannelirten Grunde, der in flache Furchen ibfällt; die glänzenden, elliptischen Felder sind ihrerseits selbst ieder ganz flache Kegel.

Wenn man als Signal eine kleine kreisrunde erleuchtete Öff-nung benutzt, so bildet der Reflex der glänzenden Felder eine kleine Ellipse, deren längster ohngefähr 0°30′ betragender Dia-meter in die Zone von einer Position $\downarrow$ zu der anderen fällt; neben dieser Ellipse zeigen sich aber noch eine grosse Anzahl von zerstreuten Reflexbildern, welche durch den cannelirten Grund her-vorgerufen werden; bei einigen dieser Flächen erscheint noch ein zweiter elliptischer Reflexring um die vorhin erwähnte kleinere Ellipse, sehr excentrisch gelegen, nach dem Pol zu nur etwa 0°50′ resp. 0°30′ vom Zonenbogen $\downarrow|\downarrow$, auf der anderen Seite bis 2° weit abstehend; dieser äussere Reflexring ist bei χ_3 am Krystall I bedeutend grösser als der von χ_1 am Krystall II.

Die dem Symbol χ entsprechenden Flächen sind gleichfalls als Hemiskalenoëder entwickelt.

Nennt man

$$-\tfrac{1}{2}R_1 = 0.1.\bar{1}.2\ ,\quad -\tfrac{1}{2}R_2 = 1.\bar{1}.0.2\ ,\quad -\tfrac{1}{2}R_3 = \bar{1}.0.1.2\ ,$$

so erscheinen in der Zone

$$-\tfrac{1}{2}R_3\,|\,-\tfrac{1}{2}R_1\ ,\quad -\tfrac{1}{2}R_1\,|\,-\tfrac{1}{2}R_2\ ,\quad -\tfrac{1}{2}R_2\,|\,-\tfrac{1}{2}R_3$$

die Flächen

$$\chi_1 = 1.2.\bar{3}.2\ ,\quad \chi_2 = 2.\bar{3}.1.2\ ,\quad \chi_3 = \bar{3}.1.2.2\ .$$

Die so entwickelten Flächen der Form χ haben eine solche Lage, dass

χ_1 mit s_1 und s_3

χ_2 mit s_1 und s_2

χ_3 mit s_2 und s_3

tautozonal sind und die Kanten $s_1\,|\,s_3$, $s_1\,|\,s_2$, $s_2\,|\,s_3$ grade ab-stumpfen; betrachtet man s_1 , s_2 , s_3 als gewendetes Rhomboëder, so bilden χ_1 , χ_2 , χ_3 das dazu gehörende erstere stumpfere.

Die wahre Position der Form χ fällt ohngefähr in den von $\downarrow$ entfernter liegenden Brennpunkt der kleinen Reflex-Ellipse; die Zone der Position $\downarrow$ zu einer anderen entspricht zwar nur ohngefähr der Polkantenzone von $-\frac{1}{2}R$, doch ist die Abweichung eine sehr geringe, so dass man den ersteren an Stelle des letzteren gebrauchen kann; da wo besagter Zonenbogen $\downarrow|\downarrow$ die äusseren grösseren Reflexellipsen durchschneidet und zwischen diesen Durchschnittspunkten heben sich deutliche Reflexculminationen ab, die eine Symbolisirung gestatten.

Am Krystall I, bei χ_3 durchschneidet die Zone den äusseren Reflexring nach $\bar{a}_1$ zu, in einer Fläche von

$$\tau_\alpha = \frac{r}{l}\frac{-\frac{1}{2}R\frac{10}{3}}{2} = (13.7.\overline{20}.12), \text{ also } 6(2.1.\bar{3}.2)+1(1.1.\bar{2}.0),$$

dann folgt näher an die innere kleine Ellipse heran isolirt ein Reflex von

$$\tau_\beta = \frac{r}{l}\frac{-\frac{1}{2}R\frac{28}{9}}{2} = (37.19.\overline{56}.36), \text{ also } 18(2.1.\bar{3}.2)+1(1.1.\bar{2}.0),$$

sodann auf der anderen Seite der kleinen Ellipse auf $\downarrow_2$ zu isolirt ein Reflex von

$$\tau_\gamma = \frac{r}{l}\frac{-\frac{1}{2}R\frac{43}{15}}{2} = (29.14.\overline{43}.30), \text{ also } 14(2.1.\bar{3}.2)+1(1.0.\bar{1}.2)$$

und

$$\tau_\delta = \frac{r}{l}\frac{-\frac{1}{2}R\frac{11}{4}}{2} = (15.7.\overline{22}.16), \text{ also } 7(2.1.\bar{3}.2)+1(1.0.\bar{1}.2).$$

Der äussere Reflexring geht dann schliesslich durch den Zonenbogen in der Position einer Fläche

$$\tau_\varepsilon = \frac{r}{l}\frac{-\frac{1}{2}R\frac{8}{3}}{2} = (11.5.\overline{16}.12), \text{ also } 5(2.1.\bar{3}.2)+1(1.0.\bar{1}.2).$$

Am Krystall II zeigt χ_1 gleichfalls einen nahezu vollständigen äusseren Reflexring, derselbe schneidet aber den Zonenbogen $\downarrow|\downarrow$ in τ_β und τ_δ, ist also erheblich kleiner, im Übrigen aber ähnlich.

Die zwischen den tautozonalen Reflexen von $+R$ beobachteten Bogenwerthe

am Krystall I:	$R_3 \mid R_2$	$= 63°36'44''$
	$R_2 \mid R_1$	$= 63°\ 8'52''$
	$R_1 \mid R_3$	$= 63°25'43''$
am Krystall II:	$R_3 \mid R_2$	$= 63°55'12''$
	$R_2 \mid R_1$	$= 63°36'15''$
	$R_1 \mid R_3$	$= 63°38'18''$

im Mittel $= 63°33'31''$ erschienen einerseits zu schwankend und anderseits wegen der vicinalen Gliederung der Flächen nicht maassgebend genug, um darauf die Aufstellung der Elemente zu gründen.

Dagegen erwiesen sich die Bogenabstände zwischen den mit ψ bezeichneten Positionen, wahrscheinlich darum, weil sie dem Centrum der Polbildung sehr nahe liegen, auffallend constant; sie ergaben

am Krystall I:	$\psi_3 \mid \psi_2$	$= 36°2'48''$
	$\psi_3 \mid \psi_1$	$= 36°0'46''$
	$\psi_2 \mid \psi_1$	$= 36°0'25''$
am Krystall II:	$\psi_3 \mid \psi_2$	$= 36°0'38''$
	$\psi_3 \mid \psi_1$	$= 36°1'51''$
	$\psi_2 \mid \psi_1$	$= 36°2'\ 8''$

im Mittel $36°1'26''$; wären an Stelle der Position ψ Flächen vorhanden, so würden dieselben ein gewendetes Rhomboëder bilden, das nur sehr wenig spitzer sein würde, als das nicht ausgebildete Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$; der Polkantenbogen des letzteren wird daher nur um einen ganz geringen Bogenwerth kleiner ausfallen, als das obige Mittel $\psi \mid \psi = 36°1'26''$ beträgt.

Man findet aber diesen Betrag $= 0°0'20''$ hinreichend genau auf folgendem Wege.

Im Mittel ist die Position ψ von den tautozonalen Reflexen von $+R$ nach der Seite von p um $31°54'16''$, dagegen auf der anderen Seite um $31°39'15''$ abstehend gefunden worden; die Differenz $= 0°25'1''$ ist der doppelte Abstand zwischen ψ und der benachbarten Fläche von $-\frac{1}{2}R$, der also $0°12'30''$ beträgt. Das Mittel der Abmessungen des Normalenbogens zwischen den Flä-

chen von $+R = 63°33'31''$ ist immerhin ein der Wirklichkeit nahe stehender Werth; man kann, auf ihn bezogen, ausrechnen, wie viel grösser der Polkanten-Normalenbogen eines gewendeten Rhomboëders ist, dessen Flächen der Hauptrhomboëder-Polkantenzone angehören und $0°12'30''$ von den Flächen des ersten stumpferen Rhomboëders abstehen, gegenüber dem Polkanten-Normalenbogen des letzteren; diese Differenz ergiebt sich nun $= 0°0'20''$ und ist wegen ihres geringen Betrages zur Correctur des $\psi\,|\,\psi$-Bogens auf den Polkanten-Normalenbogen des ersten stumpferen Rhomboëders $-\frac{1}{2}R$ verwendbar.

Der wahrscheinliche Werth dieses letzteren ist also

$$= 36°1'26'' - 0°0'20'' = 36°1'6''.$$

Dieser giebt das Axeneinheits-Verhältniss

$$a : c = 1{,}510670 : 1 = 1 : 0{,}661958.$$

Der Polkanten-Normalenbogen von $+R$ ist ferner $= 63°27'36''$ und sein Winkel $= 116°32'24''$.

Die Neigungs-Verhältnisse der übrigen Flächen der Polkantenzone des Hauptrhomboëders sind folgende

$\varepsilon = (17.9.\overline{26}.8)$ verlangt $a\,|\,\varepsilon = 26°27'20''$;

gemessen Krystall II bei R_2 oben $= 26°28'37''$, und

$\varepsilon\,|\,R = 31°48'52''$, gem. ibidem $31°20'54''$.

$s = (2.1.\bar{3}.1)$ verlangt $a\,|\,s = 28°19'41''$;

beobachtet wurde:

Kr. I bei	s_1: 28° 6'14''	Kr. II bei	s_1: 28°14' 5''	
	s_2: 28° 7'18''		s_2: 27°40'38''	
	s_3: 27°39'46''		28° 5'28''	
	27°50'35''		s_3: 27°52'10''	unten
	28°10'15''		28°11'53''	oben.

Lässt man die unter 28° fallenden Bogenwerthe weg, weil dieselben vielleicht auf andere Hemiskalenoëder zu deuten sind, so kommt ein Mittel von $28°9'13''$ auf; die Differenz von $0°10'28''$ kann als der mittlere Werth der Neigung angesehen werden, unter der die, die Prismenflächen deformirenden sehr steilen Hemiskalenoëder gegen die Hauptaxe geneigt sind.

$s \mid R$ berechnet sich auf 29°56′31″;

beobachtet:

Kr. I bei s_1: 30° 4′25″	Kr. II bei s_1: 29°43′ 7″
s_2: 30°15′38″	s_2: 30°23′30″
	29°57′47″
s_3: 30°13′34″	s_3: 29°56′20″ unten
30° 2′45″	29°37′38″
29°43′ 5″	

Das Mittel ist = 29°59′27″, dem berechneten Werthe nahe kommend.

Der Normalenbogen $\delta \mid R$ berechnet sich

für $\delta = (27.13.\overline{40}.14)$ auf 28°45′31″

$\delta = (25.12.\overline{37}.13)$ 28°39′50″

$\delta = (23.11.\overline{34}.12)$ 28°33′10″;

beobachtet:

Kr. I bei δ_1: 28°25′47″	Kr. II bei δ_1: 28°43′30″
δ_1: 28°48′18″	δ_2: 28°39′ 2″
δ_3: 28° 4′47″	28°32′ 5″

Die Fläche Krystall I δ_3 entspricht sehr genau dem Symbol $= (17.8.\overline{25}.9) = \frac{r}{l} \frac{+R\frac{25}{9}}{2}$, welches den Bogen $\delta_3 = 28°3′42″$ erfordert.

Der Normalenbogen

$R \mid \gamma = (15.7.\overline{22}.8)$ berechnet sich auf 27°48′39″, gem. Kryst. II bei R_3 unten = 27°40′55″,

$R \mid \beta = (9.4.\overline{13}.5)$ berechnet = 26°23′16″, gemessen Kryst. I bei R_2: 26°34′24″,

$R \mid \alpha = (19.7.\overline{26}.12)$ berechnet = 21°31′54″, gemessen Kryst. I bei R_2 = 21°45′4″.

Die Fläche $\lambda = (3.1.\overline{4}.2)$ macht mit R den Normalenbogen = 19°18′37″; die Einstellungen auf den äusserst dilatirten Reflex ergaben sehr schwankende Werthe zwischen 19° — 20° belegen;

die Einfachheit des Symbols und die vielfachen Zonenbeziehungen desselben sprechen indessen für dasselbe.

Etwas besser ist die Position der Fläche $p = (2.\bar{1}.\bar{1}.3)$ begründet, welche $p \mid R = 20°5'1''$ erfordert; gemessen

am Kryst. I bei p_2: 20°28′23″ , Kryst. II bei p_1: 20° 0′30″
p_3: 19°50′51″ p_2: 19°50′45″
p_3: 19°13′14″

im Mittel: 19°52′45″, bei Einstellung auf sehr dilatirte Reflexe.

Mit der benachbarten Fläche von $-\frac{1}{2}R$ macht

$\varrho_\beta = (\bar{1}.15.\overline{14}.29)$ einen Bogen von 1°13′18″
$\varrho_\alpha = (\bar{1}.19.\overline{18}.37)$ desgl. 0°57′27″
und $\sigma = (\bar{1}.81.\overline{82}.163)$ desgl. 0°13′ 2″.

Für σ ist derselbe Abstand = 0°12′30″ von $-\frac{1}{2}R$ angenommen worden, wie der von $\downarrow$ auf der entgegengesetzten Seite; ϱ_β ist dreimal im Abstande von $\downarrow$ durchschnittlich 1°0′12″ und ϱ_α viermal im Mittel 0°43′47″ von $\downarrow$ abstehend gefunden worden, was um 0°12′30″ vermehrt die Bögen 1°12′42″ und 0°56′17″ giebt.

In der Polkantenzone des Rhomboëders $-\frac{1}{2}R$ erfordert

$-\frac{1}{2}R \mid \tau_\alpha = (13.7.\overline{20}.12)$ den Bogen = 29°17′24″
gemessen $\downarrow \mid \tau_\alpha$ = 28°54′46″ , Kryst. I bei χ_3

$-\frac{1}{2}R \mid \tau_\beta = (37.19.\overline{56}.36)$ den Bogen = 27°18′55″
gemessen $\downarrow \mid \tau_\beta$ = 27°34′ 5″ , Kryst. I bei χ_3
= 27°38′55″ , Kryst. II bei χ_1

und

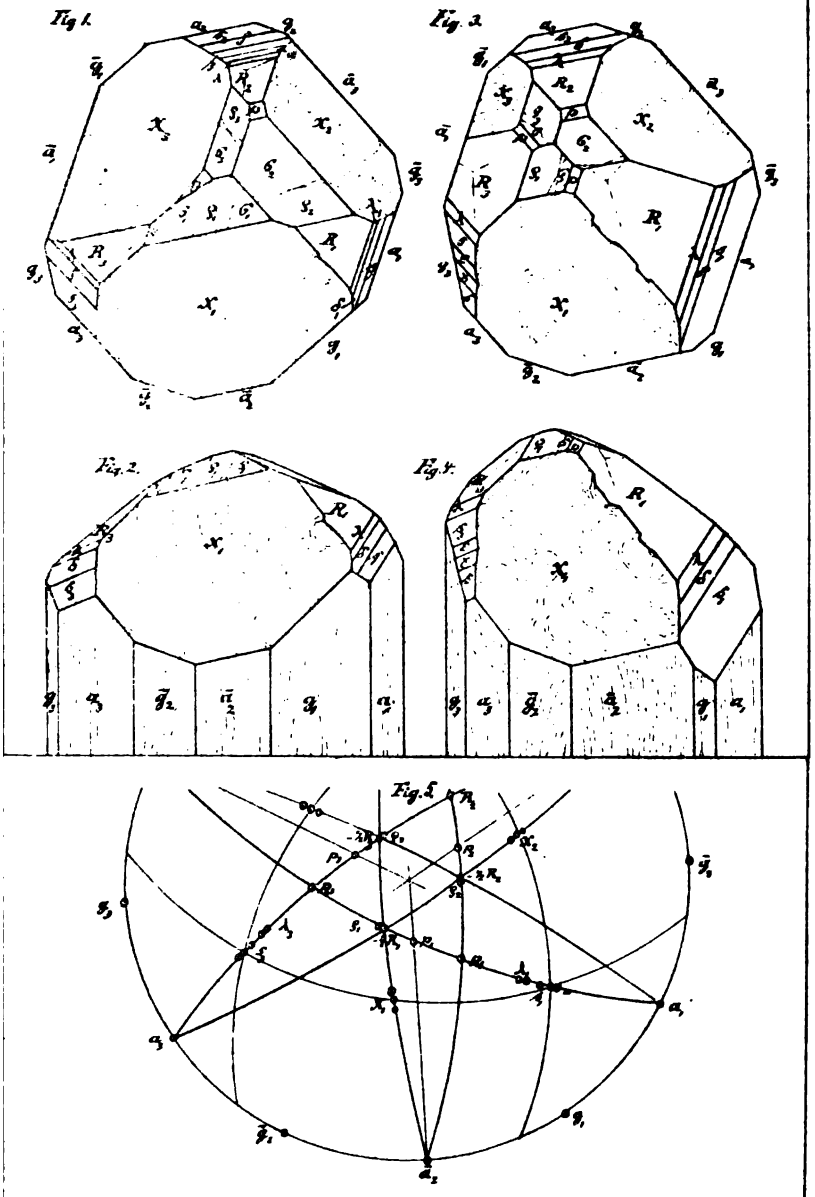
$-\frac{1}{2}R \mid \chi = (2.1.\bar{3}.2)$ den Bogen = 26°16′27″,
gemessen

$\downarrow$ bis Anfang der kleinen Reflexellipse,
Kryst. I : = 25°55′ 0″
Kryst. II : = 25°57′54″

$\downarrow$ bis Mitte der kleinen Reflexellipse
Kryst. I : = 26° 9′43″
Kryst. II : = 26°12′18″

$\downarrow$ bis Ende der kleinen Reflexellipse
Kryst. I : = 26°26′25″
Kryst. II : = 26°27′41″.

Phenakit aus der Schweiz



gez. Websky 1881.

Ferner erfordert:

$-\frac{1}{2}R \mid \tau_\gamma = (29.14.\overline{43}.30)$ den Bogen $= 24°57'24''$
gemessen am Kryst. I : $\downarrow \mid \tau_\gamma = 25°42'58''$;

$-\frac{1}{2}R \mid \tau_\delta = (15.7.\overline{22}.16)$ den Bogen $= 23°47'17'$,
gemessen am Kryst. I : $\downarrow \mid \tau_\delta = 23°58'25''$,
am Kryst. II : $\downarrow \mid \tau_\delta = 23°49'\ 3''$;

$-\frac{1}{2}R \mid \tau_\varepsilon = (11.5.\overline{16}.12)$ den Bogen $= 22°54'49''$,
gemessen am Kryst. I : $\downarrow \mid \tau_\varepsilon = 23°0'50''$.

---

17. November. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Mommsen las über Ammiani Geographica.

---

24. November. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Eichler las:

Über die weiblichen Blüthen der Coniferen.

Die weiblichen Blüthen der Coniferen sind schon oft und eingehend bearbeitet worden[1]); trotzdem wurde noch keine Einhellig-

[1]) Die Literatur bis zum Jahre 1872 ist von Strasburger in seinem Werke „die Coniferen und die Gnetaceen" zusammengestellt worden, einiges spätere von mir in meinen Blüthendiagrammen Bd. I p. 58, 59 und Bd. II p. X; es möge indess an gegenwärtiger Stelle, weil wir uns im Folgenden mehrfach darauf zu beziehen haben, das wichtigste nochmals aufgeführt und zugleich das neueste hinzugefügt werden: R. Brown, vom Baue der weibl. Blüthe bei den Cycadeen und Coniferen, im Anhang zur Botany of Capt. King's Voyage, Verm. Schr. IV p. 103, Miscellaneous bot. works I p. 453. — L. Cl. Richard (u. Ach. Richard), Commentatio bot. de Coniferis et Cycadeis, 1826. — A. Braun, das Individuum der Pflanze p. 65 in Anm., Polyembryonie p. 242. — Baillon, recherches organogéniques sur la fleur des Conifères, Adansonia I p. 17; nouvelles recherches ibid. V p. 1. — Caspary, de floris Abietinearum structura morphologica, Königsberg 1861. — Dickson, verschiedene Abhandlungen in den Transact. of the bot. Soc. of Edinburgh 1860 u. ff., vrgl. auch Adansonia II p. 65 ff. —Oersted, Bidrag til Naletraeernes Morphologi, in Kopenhagener Videnskab. Selsk. Meddelelser 1864 p. 14; Ders., den tilbageskridende Metamorfose etc. med Hensyn til Tydningen af Gymnospermernes Blomster, ebenda 1869 p. 83 ff. — Parlatore, Studi organografici sui fiori e sui frutti delle Conifere, Firenze 1865, und Coniferae in De Candolle's Prodromus, Vol. XVI pars II (1868). — Sachs, Lehrbuch der Botanik, I. Aufl. (1868) p. 426, sowie in den folgenden. — Sperk, die Lehre von der Gymnospermie im Pflanzenreich, Mém. Acad. St. Pétersbourg VI Sér. Vol. XIII (1869). — Van Tieghem, Anatomie comparée de la fleur fémelle des Cycad., Conif., Gnétac., in Annales des sc. nat. V. Sér. Vol. X (1869). — H. von Mohl, morphologische Betrachtung der Blätter von Sciadopitys, Botan. Zeitung 1871 n. 2. — Strasburger, die Coniferen und die Gnetaceen, Jena 1872; ders., sind die Coniferen gymnosperm oder nicht? Flora 1873 p. 269; ders., die Angiospermen und die Gymnospermen, Jena 1879. — Stenzel, Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen, Nova Act. Nat. Cur. Vol. 38 n. 3 (1876). — C. E. Bertrand, Étude sur les téguments séminaux des végétaux phanérogames

keit der Ansichten über dieselben erzielt. Wenn ich hiermit den Gegenstand von neuem zur Sprache bringe, so geschieht es nicht nur, um womöglich die Frage endgültig zu lösen und der wichtigen Consequenzen halber, die sich bei der systematisch-morphologischen Stellung der Coniferen an die Lösung knüpfen, sondern auch weil ich vordem Anschauungen über den Gegenstand geäussert habe [1]), die ich nach gegenwärtiger Einsicht mehr oder weniger abzuändern genöthigt bin.

Zunächst ein kurzes Wort über die männlichen Blüthen der Nadelhölzer. Durch vergleichende sowohl, als entwickelungsgeschichtliche und anatomische Untersuchungen steht es fest, dass die antherentragende Schuppe ein einfaches Blatt, ein „Staubblatt" ist, nicht jedoch, wie zuweilen behauptet wurde (z. B. noch von Parlatore in De Candolle's Prodromus), ein Deckblatt mit angewachsener Blüthe. Das sogenannte Amentum ist daher beim männlichen Geschlecht als einfache Blüthe zu betrachten, die im Wesentlichen nur aus Staubblättern besteht, eines ausgeprägten Perianths aber noch ermangelt [2]). Sie stimmt unter diesen Umständen sowohl im allgemeinen Aufbau mit den männlichen Blüthen der Schwesterfamilie der *Cycadeen* überein, wie auch darin, dass das Staubblatt die Pollensäckchen an seiner Unterseite entwickelt.

Beim weiblichen Geschlecht stehen gewöhnlich an derselben Stelle, wo im männlichen sich die Einzelblüthen befinden — so

---

Gymnospermes, Annales des Sc. natur. VI. Sér. Vol. VII (1878). — Čelakovský, zur Gymnospermie der Coniferen, Flora 1879 n. 17, 18. — Arcangeli, sur la structure de la fleur fémelle des Conifères et sur la question de la Gymnospermie, Comptes rendus du Congrès internat. de botanique à Paris en 1878 (erschienen 1880) p. 35 ff. — Willkomm, zur Morphologie der samentragenden Schuppe des Abietineenzapfens, Nova Acta Nat. Cur. vol. 41 n. 2 (1880). — Eichler, Excursus morphologicus de formatione florum Gymnospermarum in Martii flora Brasil. fasc. Coniferae (1863); ders., sind die Coniferen gymnosperm oder nicht? Flora 1873 p. 241; ders., Blüthendiagramme Bd. I p. 59 (1875), sowie Flora 1876 n. 25.

[1]) An den angeführten Orten.

[2]) Das einzelne Staubblatt kann jedoch so wenig als ganze Blüthe angesehen werden, wie etwa ein einzelnes Stamen von Ranunculus oder dergleichen; Karsten (Deutsche Flora) hat es freilich so dargestellt, nachdem seit Richard's Zeiten die Ansicht kaum wieder aufgetaucht war.

bei *Pinus* an der Stelle der Kurztriebe, bei *Picea*, *Abies* u. a. in den Blattachseln, bei den meisten *Cupressineen* am Ende der Zweige — gleichfalls kätzchenartige, in der Reife meist zapfenförmige Gebilde. Sie bestehen aus einer Axe, besetzt mit schuppen- oder schildförmigen Anhangsorganen, welche auf ihrer Innenfläche oder in der Achsel Gebilde tragen, die von der Mehrzahl der Botaniker seit Robert Brown als nackte Ovula, von andern jedoch, wie Baillon, Parlatore, Dickson, Sperk etc. als Fruchtknoten betrachtet werden. Wären jene Anhangsorgane nun einfache Blätter, die Ovula Dependenzen derselben, so würden auch die weiblichen Amenta als Einzelblüthen anzusehen sein, ihre Blätter als offene Carpelle. Männliche und weibliche Blüthen erschienen alsdann nach gleichem Plane gebaut, nur darin verschieden, dass die Blätter der letzteren ihre sexuellen Producte (die Ovula) an der Oberseite trügen, während die männlichen ihre Pollensäckchen an der Unterseite haben. Zugleich würden so auch die weiblichen Blüthen der Coniferen mit denen der *Cycadeen* in Übereinstimmung kommen, da sie bei letzteren gleichfalls aus einer zapfenartigen Aggregation offener Carpelle bestehen, und überdies hier die Ovula für gewöhnlich ebenfalls nicht an der Unterseite, sondern rechts und links an den Flanken oder nach der Oberseite des Carpells zusammengerückt erscheinen [1]).

Allein der Auffassung der weiblichen Zapfenschuppen bei den Coniferen als einfacher Blätter stellen sich verschiedene Schwierigkeiten entgegen. Bei gewissen Gattungen, wie *Cryptomeria*, *Cunninghamia*, *Sciadopitys* u. a. zeigen sie auf der Oberseite einen mehr oder weniger hervortretenden Auswuchs, der bei den *Abietineen* sehr ansehnlich wird, die Schuppe an Grösse und Stärke meist weit

[1]) So wenigstens in der Mehrzahl der Fälle; doch begegnet es auch, z. B. bei *Zamia*, dass die Ovula etwas mehr nach der Unterseite ihres schildförmigen Carpells hin convergiren, wie ich bereits in der Flora 1877 n. 25 angemerkt habe. — Vergl. im Übrigen betreffs des Blüthenbaues der *Cycadeen* meine Blüthendiagramme I p. 54 ff., sowie namentlich A. Braun, die Frage nach der Gymnospermie der Cycadeen, Monatsber. d. Berliner Akademie der Wissensch. 1875. Einschlägige entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen sind in neuerer Zeit geliefert worden von Warming in Oversigter over det K. Danske Vidensk. Selskabs Forhandl. 1877 und 1879, sowie von Treub, recherches sur les Cycadées, in Annales du jardin botanique de Buitenzorg Vol. II (1881) p. 32 ff.

übertrifft und mitunter fast ganz von derselben getrennt erscheint. Diese innere Schuppe erhält dabei, wo sie stärker entwickelt ist, ein eigenes Gefässbündelsystem, das zu dem der äussern Schuppe entgegengesetzt orientirt, nämlich mit dem Phloëm nach oben, dem Xylem nach unten gerichtet ist, während die Bündel der äussern Schuppe nach Art eines gewöhnlichen Blattes ihr Xylem oben und das Phloëm unten haben. Das nämliche obere Gefässbündelsystem wird aber auch in solchen Fällen angetroffen, wo der Innenauswuchs fehlt und die Schuppe vollkommen einfach erscheint, namentlich dann, wenn sie eine schildförmige Gestalt hat.

Auf diese Thatsachen gestützt, erklärte Van Tieghem, der zuerst das verbreitete Vorkommen und die umgekehrte Orientirung des oberen Gefässbündelsystems kennen lehrte, die Zapfenschuppen der Coniferen überall für zusammengesetzt aus einem untern und einem obern Theil. Bei den *Abietineen* nahezu frei, sollen diese beiden Theile bei *Cryptomeria* u. a. grossentheils, und bei den Gattungen mit scheinbar einfachen Zapfenschuppen gänzlich mit einander verwachsen. Der untere Theil soll dabei direct von der Zapfenspindel ausgehen und ein Deckblatt vorstellen, der obere jedoch als erstes und einziges Blatt zu einer unentwickelten Axe gehören, welche im Winkel jenes Deckblatts ihre Stelle hat. Aus dem Umstande, dass dies zweite Blatt nach Art eines Monocotylen-Vorblatts der Deckschuppe diametral gegenübersteht, erklärt sich die umgekehrte Orientirung der Gefässbündel. Im Übrigen sind für Van Tieghem die Ovula allerwärts dorsale Producte des obern Blattes und dies daher ein offenes Carpell. Hiernach stimmen wohl Staub- und Carpellblätter bezüglich der Stellung ihrer sexuellen Dependenzen überein; doch kann das weibliche Amentum nun nicht mehr als Einzelblüthe angesehen werden, es stellt vielmehr eine ährenartige Inflorescenz vor, deren Einzelblüthen durch die innern Schuppen repräsentirt werden.

Strasburger, dem wir neben so manchen andern ausgezeichneten Arbeiten auch eingehende Untersuchungen zur Morphologie der Coniferen verdanken, erklärt im Gegensatz zu Van Tieghem das innere Organ nicht für ein Blatt, sondern für einen Zweig. Er constatirt, dass bei *Taxus* und *Torreya* kein Carpell vorhanden, das Ovulum vielmehr der terminale Abschluss eines beblätterten Sprösschens ist; bei den andern *Taxineen* sei dies Sprösschen nackt. Es könne dabei mit seinem Deckblatt verwachsen (*Podocarpus*,

Dacrydium), auch zu zwei oder mehreren eine Inflorescenz bilden (*Gingko* etc.). Von hier aus weiterschliessend, gelangt dann Strasburger dazu, das nämliche Sprösschen, resp. die nämliche Inflorescenz, in der innern Schuppe der *Abietineen*, überhaupt in dem innern Theile, von dem oben die Rede war, wiederzufinden. Für Strasburger sind hiernach die Coniferen-Ovula durchweg axenbürtig; dass er sie neuerdings überhaupt als Ovula angesehen wissen will und nicht, wie er früher meinte, als Fruchtknoten, was sie bei axilem Ursprung doch ebenfalls sein könnten, begründet er durch ihre Übereinstimmung mit den Eichen der *Cycadeen*, deren Ovularnatur in Anbetracht ihrer Blattbürtigkeit nicht bestritten werden kann.

Der Zweig, welcher die Innenschuppe der *Abietineen* darstellt, ist für Strasburger zwar blattartig ausgebildet, aber an sich blattlos; Braun hiergegen, Caspary, Oersted, Parlatore, Stenzel, Willkomm, Čelakovský[1]) u. a. schreiben ihm eine complicirtere Structur zu. Gestützt auf Vorkommnisse an durchwachsenen Zapfen, wo die Innenschuppe in 2 Theile aufgelöst und zwischen denselben eine Knospe aufgetreten war, hielten jene Autoren dafür, sie bestehe aus einer unentwickelten Axe und deren beiden ersten Blättern; Stenzel, der öfters auch Auflösung in 3 Theile fand, nahm sogar noch ein drittes Blatt an. Dabei waren Braun und Caspary der Ansicht, dass jene beiden Blätter mit ihren vordern, der Deckschuppe zugewandten Rändern miteinander vereint seien, während es für Stenzel und Willkomm vielmehr die entgegengesetzten, der Zapfenaxe zugekehrten Ränder sind; für erstere Autoren ist daher die Seite, auf der die Ovula sitzen, die gemeinsame Bauchfläche, für Stenzel und Willkomm die Rückenfläche der constituirenden Blätter. Letztere Ansicht dehnte dann Čelakovský über sämmtliche Coniferen aus, wie es vordem bereits von Parlatore, wenngleich mit Abweichungen in den Einzelheiten geschehen war; auch ich selbst habe mich einmal in ähnlichem Sinne ausgesprochen[2]).

Hiermit sind zwar bei Weitem noch nicht alle, aber doch die bemerkenswerthesten der neuern Anschauungen über den Gegenstand erschöpft. Wenden wir uns nun zur Prüfung desselben an

---

[1]) Vergl. die Citate oben p. 1020 f..

[2]) Flora 1876 n. 25.

den Objecten selbst. Wir halten dabei zweckmässig den Gang ein, den die Natur selbst eingeschlagen hat, als sie die verschiedenen Geschlechter der Coniferen hervorbrachte; es erschienen aber zuerst die *Araucarieen*, hiernach die *Abietineen*, *Taxodineen* und *Cupressineen*, ohne dass einer dieser drei Gruppen mit Sicherheit die Priorität vor der anderen zuzuschreiben wäre; zuletzt kamen die *Taxineen*. Vor den *Araucarieen*, oder doch gleichzeitig mit ihnen, waren schon die *Cycadeen* vorhanden; die dritte Familie der Gymnospermen, die *Gnetaceen*, dürfte jedoch noch spätern Ursprungs sein als die *Taxineen*, da sie, allerdings mit nur 2 *Ephedra*-Arten, erst im Oligo- und Miocen aufgefunden worden ist[1]).

Zur ersten Gruppe, den *Araucarieen*, gehören von lebenden Gattungen die vier: *Dammara, Araucaria, Cunninghamia* und *Sciadopitys*[2]). Am einfachsten stellt sich das Verhalten dar bei *Dammara*. Die breiten flachen Zapfenschuppen (Fig. 1, 2) tragen auf der Innenseite, in halber Höhe über der Basis, ein einziges, frei herabhängendes Ovulum mit einfachem, ein- oder beiderseits geflügelten Integument; sonst zeigen sie keine Ausgliederung weiter. Das Ovulum entsteht nach Dickson[3]) als warzenförmiger Auswuchs auf der Fläche der Schuppe, anfangs dicht an der Basis, nachher durch intercalares Wachsthum derselben emporgehoben; es ist gleich bei der Anlage nach unten gerichtet, das Integument bildet sich in Form eines rechts und links aufgetriebenen Kreiswalls. Die Schuppe erhält von der Zapfenaxe ein einziges Gefässbündel,

---

[1]) Vergl. Schimper, Traité de paléontologie végétale, Bd. 2 und 3; bestätigende briefliche Mittheilungen habe ich Hrn. Göppert zu Breslau zu verdanken. — Wenn Strasburger (Angiosp. und Gymnosp. p. 122) sagt, die Taxineen seien viel älter, als die Abietineen, so muss das wohl ein Versehen sein; nach Schimper treten letztere schon in der Kreidezeit, die Taxineen mit Sicherheit erst in der Tertiärperiode auf.

[2]) Nach der neuesten Bearbeitung der Familie von Bentham und Hooker, Gen. plant. vol. III pars I (1880). Wir schliessen uns hier überhaupt an die dort gegebene Disposition an, mit der Abweichung nur, dass wir *Podocarpeen* und *Taxineen* in der nämlichen Gruppe (*Taxineen*) beisammen lassen. Die Abgrenzung der *Araucarieen* und *Taxodineen* ist übrigens, wenn *Sciadopitys* und *Cunninghamia* von den letztern, wo sie bei Parlatore standen, zu den ersteren versetzt werden, nicht sonderlich bestimmt.

[3]) Transactions of the botan. Society of Edinburgh 1861; vergl. auch Adansonia II p. 77.

das sich sodann durch seitliche Verzweigung auf 8 bis 15 vermehrt, alle in einer Ebene und, wie es für ein Blatt üblich ist, mit dem Xylem nach oben (Fig. 3); vom mittleren dieser Bündel geht gegen die Ursprungsstelle des Eichens hin ein schwacher Zweig zu letzterem ab, der seine Tracheen nach aussen wendet und unter dem Nucellus erlischt (Fig. 2, 4), er kann sich dabei wohl noch in einige schwache Ästchen zertheilen. Bei sterilen Schuppen, wie sie sich an der Basis des Zapfens finden, fehlt derselbe.

Ohne vorgefasste Meinung betrachtet, ist die Schuppe von *Dammara* ein einfaches Blatt mit einem Ovulum auf der Innenfläche. Von einem zweiten, innern Organ, das seinerseits erst das Ovulum producirte, ist hier keine Spur vorhanden; das vom mittleren Schuppenbündel zum Ovulum abgehende Zweiglein, das man wohl für eine solche Spur angesprochen hat (Van Tieghem, Strasburger), ist nichts weiter, als dasselbe Bündelchen, das wir überall vom Carpell zum Ovulum abgehen sehen, wo letzteres mit Fibrovasalgewebe zu versorgen ist; auch erinnere ich, dass es bei den sterilen Schuppen fehlt. Allein die Umkehrung seiner Tracheen, denen der Schuppenbündel entgegen, sollte diese nicht etwas zu bedeuten haben?

Wir kommen hier auf einen Punkt, der mich zu einer kleinen Abschweifung nöthigt. Doch sei das Ergebniss derselben gleich vorausgestellt; es ist der Satz, dass überall, wo ein Blatt flächenständige Producte bildet, die mit Gefässbündeln zu versorgen sind, letztere ihre Elemente umkehren. Dies gilt sowohl für Producte der Ober- als der Unterseite [1]).

Am handgreiflichsten bewahrheitet sich dieser Satz bei der sogenannten Doppelspreitung, wie sie hin und wieder als Abnormität, bei manchen Pflanzen auch so gut wie normal vorkommt. So bilden die Blätter von *Gesnera allagophylla* Mart. [2]) fast regel-

---

[1]) Es ist dies eine Erweiterung des Čelakovský'schen „Gesetzes von der Umkehrung der Flächen"; vergl. dazu Čelakovský, Teratologische Beiträge zur morphologischen Deutung der Staubgefässe, Pringsheim's Jahrbücher, Bd. XI Heft 1.

[2]) Cf. Hanstein in Martii Flora Brasiliensis, fasc. Gesneraceae p. 115 tab. 60 Fig. I, auch Magnus an dem in der nächsten Anmerkung citirten Orte.

mässig oberseits aus ihrer Mittelrippe kleinere, doch sonst das erzeugende Blatt oft genau wiederholende Spreiten; diese haben dann stets ihre Unterseite nach oben, die Oberseite nach unten und damit auch das ganze Gefässbündelsystem umgekehrt gerichtet. Hiergegen hat die Aroidee *Xanthosoma appendiculatum* Schott die Appendikulärspreite, der sie ihren Beinamen verdankt, auf der Unterseite der Blätter; aber auch hier sind die Seiten äusserlich sowohl als innerlich vertauscht, so dass die beiden Spreiten nun mit dem Rücken aneinanderliegen. Geradeso in den andern hier einschlägigen Fällen: bei der Aussenkrone (Catacorolla) von *Gloxinia*, den „genähten" Blättern von *Aristolochia Sipho* u. s. w.[1]). Es lassen sich die Beispiele anschliessen, wo die Innenfläche des Blattes nicht gewöhnliche, sondern metamorphosirte, fruchtbare Segmente entwickelt, wie wir dies bei *Ophioglossum*, *Botrychium* und annähernd auch bei *Aneimia* sehen[2]); überall nehmen hier die zu jenen Segmenten abgehenden Bündelzweige die umgekehrte Orientirung an. Denken wir uns den Sporangienstand von *Ophioglossum* auf ein einzelnes Ovulum reducirt, so haben wir in der Hauptsache das *Dammara*-Fruchtblatt. — Weiter reihen sich hier solche Blätter an, deren Segmente zwar nicht eins aus der Fläche des andern, aber theils auf der hinteren, theils auf der vorderen Hälfte eines gemeinsamen Trägers entspringen, wie es der Fall ist bei strahlig zusammengesetzten und, wenn man sich die Segmente verwachsen denkt[3]), bei schildförmigen Blättern; hier zeigt schon die einfache Betrachtung, dass die diametral gegenüberstehenden Theile einander die Oberseite und damit auch die Xylemparthieen der Gefässbündel zukehren. Im gemeinsamen Blattstiel

---

[1]) Vergl. hierzu Wydler, über Verdoppelung der Blattspreite, Flora 1852 p. 737, sowie Magnus in Sitzungsberichten des botan. Vereins der Provinz Brandenburg 1877 p. 95 und 1881 p. 46.

[2]) Bei Aneimia insofern nur annähernd, als die fruchtbaren Segmente des Blattes hier die Mitte zwischen seitlichem und flächenständigem Ursprung einhalten, gewissermaassen seitliche Abschnitte darstellen, welche nach der Oberseite hin zusammengeschoben sind.

[3]) Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass in Wirklichkeit eine solche Verwachsung nicht Statt findet; geschähe sie indess, so würde der Effect derselbe sein, man kann es sich daher zur Verdeutlichung wohl vorstellen.

bilden letztere immer einen Kreis, wenigstens oberwärts, während sie nach unten zu je nach der Beschaffenheit des Blattgrundes in einen offenen Bogen auseinandertreten können. Wir werden von diesen Thatsachen später noch weiteren Gebrauch zu machen haben.

Ist die Zapfenschuppe von *Dammara*, wie wir nunmehr als sicher annehmen, ein einfaches Blatt, so kann das Gebilde auf ihrer Oberseite nichts anderes sein als ein Ovulum. Baillon zwar und seine Anhänger sagen, es sei ein Fruchtknoten, weil das Integument mit 2, wenn schon nicht völlig getrennten Primordien in die Erscheinung tritt[1]). Allein ein Fruchtknoten setzt eine Axe voraus und ist also auf einem wirklich einfachen Blatt unmöglich; anderntheils sind getrennte Primordien nicht ohne Weiteres Carpelle, wie Baillon als selbstverständlich annimmt, sie könnten auch ein Perigon und anderes sein, für mich stellen sie nur die Anfänge des Integuments dar, resp. der beiden kleinen Lippen, die an der Mikropyle, zwar nicht sehr deutlich bei *Dammara*, aber doch bei andern Coniferen unterschieden werden können.

An *Dammara* schliesst sich am nächsten die Gattung *Araucaria* an; wir brauchen uns blos das Ovulum an die Schuppe angewachsen oder richtiger, das Integument auf der der Schuppe zugekehrten Seite nicht frei herausgebildet zu denken, so haben wir im Wesentlichen das Verhalten (vergl. dazu Fig. 5 und Strasburger's Darstellung ll. cc.). Auch der Gefässbündelverlauf ist in der Hauptsache beiderseits der gleiche; die Schuppe erhält aus der Axe 1 Bündel, das sich zunächst durch seitliche Auszweigung vermehrt und sodann, ein Stück über der Basis, einige Zweiglein zum Ovulum entsendet, die wie bei *Dammara* ihre Tracheen denen der Schuppenbündel zukehren. Die Entwickelungsgeschichte, soweit man dieselbe kennt, stimmt gleichfalls mit der von *Dammara* überein.

Bei den meisten Araucarien findet sich oberhalb der Ursprungsstelle des Ovulums ein zahnförmiger Fortsatz (Fig. 5 bei *l*). Strasburger deutet denselben als freien Gipfel der innern Schuppe, die er überall bei den Coniferen annimmt; da indess von einer solchen unterwärts weder äusserlich, noch entwickelungsgeschichtlich,

---

[1]) Baillon, Parlatore, Dickson, Sperk an den oben angeführten Orten; auch Strasburger war vordem dieser Meinung.

ch anatomisch etwas wahrzunehmen ist, so muss dieser Fortatz als ein ligularer Auswuchs des Fruchtblatts betrachtet werden. r hat sein Analogon bei *Isoëtes*, welche Gattung auch in dem das porangium von oben her bedeckenden und mitunter bis fast zur asis herabreichenden Indusium (dem sogen. Velum) ein Analogon ir das Integument von *Araucaria* bietet[1]).

Die inneren zum Ovulum gehenden und, wo eine Ligula vorıden ist, auch diese versorgenden Gefässbündel von *Araucaria* nd zahlreicher und stärker als bei der vorhergehenden Gattung ıd zweigen mitunter auch schon sehr nahe der Basis von den ıtern Schuppenbündeln ab. Es begreift sich dies daraus, dass ier das Ovulum viel ansehnlicher ausgebildet ist, als bei *Dammara*; als Andeutung einer Innenschuppe lässt sich das innere ündelsystem aber um so weniger betrachten, als es ebenso wie ei *Dammara* in sterilen Schuppen fehlt.

Bei der chinesischen Gattung *Cunninghamia* trägt die Zapfenchuppe (Fig. 6) über der nagelförmig zusammengezogenen Basis ine Querzeile von 3 frei herabhängenden Eichen und oberhalb eren Insertion einen schmalen gezähnelten Hautrand (*l*) quer über ie ganze Schuppe hin. Wiederum tritt in dieselbe nur ein einzies Gefässbündel ein, das sich oberwärts mit zunehmender Breite er Schuppe collateral verzweigt (Fig. 7—9). Zu den Eichen geht on den nächstgelegenen Bündeln, unter Umkehrung der Tracheen, ur je ein schwaches Zweiglein (Fig. 8), das ist das ganze innere ündelsystem. Daraus eine angewachsene Schuppe zu machen, elbst unter Zuhülfenahme des erwähnten, übrigens hier gefässosen Hautrandes, ist noch weniger Anlass als bei *Araucaria*; wir aben es unzweifelhaft wieder nur mit einem einfachen Blatte zu hun, der Hautsaum *l* ist abermals nichts anderes als eine Art igula.

Auch bei *Sciadopitys*, der vierten und letzten Gattung der *Araucarieen*, liegt keine Verwachsung zweier besonderer Schuppen or, sondern ein einziges Blatt mit ventraler Excrescenz. Nur erält letztere hier die Gestalt eines dicken, breiten Wulstes, der

[1]) Auf beides habe ich bereits in meinem „Excursus morphologicus" in ler Flora Brasiliensis hingewiesen. Arten mit fast vollständig geschlossenem Velum sind z. B. *Isoëtes Lechleri* Mett., *socia* A. Br., *Karstenii* A. Br., *Müleri* A. Br. u. a.

den eigentlichen Gipfel des Blattes („die äussere Schuppe") überragt und so allerdings den Eindruck eines besondern, unterwärts angewachsenen Organs macht (Fig. 10). Bei solcher Ausbildung ist es begreiflich, dass er auch mit einem kräftigeren Gefässbündelsystem, als in den vorhergehenden Fällen, ausgestattet wird; dasselbe löst sich schon an der untersten Basis von dem aus der Rachis in die Schuppe austretenden Bündel ab (Fig. 11), dreht diesem seine Tracheen zu (Fig. 12), zertheilt sich in 7—9 Stränge (Fig. 13), diese laufen unter den Eichen her — deren meist 7 angetroffen werden, zu einer Querzeile in halber Höhe der Schuppe gestellt und frei herabhängend —, geben schwache Zweiglein nach diesen hin ab und erlöschen dann oberwärts im Innenwulste (Fig. 11). Das die Rückenhälfte der Schuppe versorgende Gefässbündel (das primäre) bleibt einfach (Fig. 12, 13).

Der Innenwulst von *Sciadopitys* ist nach unserer Ansicht die nämliche Bildung, wie die Ligula von *Araucaria* und der schmale Hautsaum von *Cunninghamia*; in Anbetracht der bedeutenden Differenzen in Gestalt und Grösse wird man aber vielleicht Bedenken tragen, dem beizupflichten. Allein in der Gruppe der *Abietineen* wird der Unterschied noch viel beträchtlicher, und wenn sich hier erweisen lässt, dass dennoch die Innenschuppe nichts weiter ist, als eine Excrescenz der äussern, so wird man es wohl auch für *Sciadopitys* gelten lassen.

Bei den *Abietineen* hat es bekanntlich durchweg das Ansehen, als ob zwei selbständige Schuppen vorhanden seien, die eine in der Achsel der andern, letztere daher „Deckschuppe", die erstere weil sie die Eichen, resp. Samen trägt, „Fruchtschuppe" genannt, beide auch sonst von sehr differentem Aussehen und die innere meist beträchtlich grösser als die äussere (Fig. 14, 18). In der Anlage[1]) zeigt sich zuerst die Deckschuppe *d* und hiernach, als Querwulst auf ihrer Innenfläche, die Fruchtschuppe *f*, bald mit einem centralen Spitzchen, das in der Zapfenreife zum Mucro wird (*Pinus*), bald ohne solches (*Abies, Larix* etc.); sogleich nach ihrem Sichtbarwerden bildet dann die Fruchtschuppe auf ihrer Innenfläche, rechts und links, die Anlagen der beiden Ovula in Gestalt von Wärzchen, die sich mit einem gleich anfangs 2lippigen

[1]) Vergl. dazu Baillon in Adansonia I tab. 1 und Strasburger, Conif. u. Gnetac. p. 50 ff. tab. 5.

ntegument behüllen und schräg nach abwärts weiter wachsen. Die Deckschuppe erhält immer nur ein sich nicht weiter verzweigendes Gefässbündel, mit der für Blätter normalen Orientirung von Phloëm und Xylem (Fig. 15, 20, 21); in die Fruchtschuppe treten ein oder zwei ein (Fig. 15, 20), die sich je nach der Gestalt des Basaltheils der Schuppe bald von dem Deckblattbündel ablösen, bald direct von der Zapfenaxe ausgehen[1]) und sich sodann, proportional der Breite der Schuppe, in eine grössere oder kleinere Anzahl von Zweigen theilen, alle in eine Ebene gestellt und mit dem Xylem dem des Deckschuppenbündels zugekehrt (Fig. 15—17, 19—22). Von den unter den Eichen herstreichenden Strängen werden wiederum kleine Zweiglein zu ersteren abgegeben, die unter dem Nucellus erlöschen.

Nach diesem entwickelungsgeschichtlichen und anatomischen Verhalten scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass, wie bereits vorausgeschickt, die Fruchtschuppe ein, allerdings enorm entwickelter Innenauswuchs der Deckschuppe ist, beide zusammen also nur ein einziges Blatt darstellen. Allein das ist nicht die Meinung der Mehrzahl; nirgends so wie hier glaubt man deutlicher zwei differente Organe vor Augen zu haben und von hier aus hauptsächlich haben die verschiedenen Theorieen von der Duplicität der Coniferenschuppen überhaupt ihren Ausgang genommen. Zunächst, so wird angegeben, sollen die beiden Schuppen mitunter gänzlich von einander getrennt sein. Wäre dies der Fall, so könnte allerdings die eine nicht Auswuchs der andern sein. Allein es ist nicht der Fall; soweit ich habe untersuchen können, sind sie stets, wenn schon zuweilen nur eine sehr kurze Strecke miteinander verbunden; wo sie sich von der Zapfenspindel ablösen, fallen sie beide zusammenhängend wie ein einziges Blatt hinweg (*Abies, Cedrus*) und soweit man die Entwickelungsgeschichte kennt,

[1]) Falls die Theilung der Schuppe tief herabgeht und die gemeinsame Basis dick und breit ist, wie wir dies z. B. bei den *Pinus*-Arten sehen, kommen die Bündel der beiden Schuppen gleich getrennt aus der Axe, das Blatt ist dann 3spurig; ist die Theilung minder tief und die gemeinsame Basis nagelartig verschmälert, so kommt aus der Axe mitunter nur 1 Bündel, das sich erst innerhalb der Schuppenbasis theilt (manche *Abies*-Arten). Ähnliche Differenzen begegnen in analogen Fällen auch bei den im Folgenden noch zu betrachtenden Gruppen.

entsteht, wie oben beschrieben, die innere als Querwulst über der Basis der äussern. Indess dies alles könnte auf Verwachsung beruhen, wie sie ja so häufig zwischen Deckblatt und Achselproduct, auch schon in der frühesten Anlage, Platz greift; prüfen wir daher die Frage weiter.

Welchen morphologischen Charakter könnte denn die Fruchtschuppe haben, wenn sie nicht als Theil zum Deckblatte gehört? Rob. Brown[1]) erklärte sie für ein selbständiges Blatt im Winkel der Deckschuppe; aber axillare Blätter giebt es nicht. Schleiden[2]) machte sie daher zu einem plattgedrückten Zweig, zu einer Art Cladodium, und Strasburger hat diese Ansicht in der Hauptsache wieder aufgenommen. Damit lässt sich jedoch die Anordnung der Gefässbündel nicht vereinbaren. Kein Cladodium, auch das blattähnlichste nicht, hat die Gefässbündel in einer Ebene, mit dem Xylem auf der gleichen Seite, sondern bei allen (ich untersuchte *Ruscus*, *Xylophylla*, *Carmichaëlia*, *Phyllocladus*, *Mühlenbeckia* u. a.) sind die Gefässbündel entweder allesammt oder doch in der Mitte des Organs um ein gemeinsames Centrum gestellt, mit dem Xylem nach innen, entsprechend dem Verhalten bei gewöhnlichen Stengeln[3]). Van Tieghem retablirte daher wieder die Deutung als Blatt, lässt dasselbe jedoch, wie wir sahen, nicht direct in der Achsel der Deckschuppe, sondern an einer dort angenommenen Secundanaxe als deren erstes und einziges Blatt und zwar in adossirter Stellung entspringen. Hiergegen wendete Mohl ein[4]), dass ein solcher Zweiganfang den Coniferen fremd und vielmehr der mit zwei transversalen Blättern gebräuchlich sei; wie er an den Doppelnadeln von *Sciadopitys* zeigte, können aber diese beiden Blätter mit ihren Hinterrändern zu einem scheinbar einfachen verwachsen, und auf diese Art dachte sich Mohl denn auch die Fruchtschuppe der *Abietineen* zu Stande gebracht.

Gegen beide, Van Tieghem's sowohl als Mohl's Ansicht, ist zunächst einzuwenden, dass von der secundanen Axe, an welcher die Fruchtschuppe entspringen soll, objectiv durchaus nichts wahr-

---

[1]) a. a. O.

[2]) Grundzüge der wissensch. Botanik, IV. Aufl. p. 496.

[3]) Vergl. auch Askenasy, Beiträge zur Kenntniss der flachen Stämme in „Botanisch-morphologische Studien" 1872.

[4]) Botan. Zeitung 1871 n. 2.

genommen werden kann; die Schuppe entsteht vielmehr, wie wir sahen, als Innenauswuchs des Deckblatts. Gegen Van Tieghem mag dann weiter Mohl's Einwurf wiederholt, gegen Mohl aber noch bemerkt werden, dass auch davon nichts zu sehen ist, dass die Fruchtschuppe aus 2 Blättern zusammenwüchse, sie ist vielmehr schon in der Anlage vollkommen einfach, auch erhält sie nicht, wie die Doppelnadel von *Sciadopitys* 2 zu einander symmetrische Gefässbündel, sondern zahlreiche in ein und der nämlichen Orientirung[1]).

Die Zusammensetzung der Fruchtschuppe aus den 2 (oder wie Stenzel will: 3) ersten Blättern einer unentwickelt bleibenden Axe soll aber ganz besonders noch durch jene oben schon erwähnten Abnormitäten bewahrheitet werden, in welchen die hypothetische Axe angeblich zu einer Knospe ausgewachsen und die Fruchtschuppe dabei in die 2 (resp. 3) ersten Blätter dieser Knospe aufgelöst war. Sind aber die bezüglichen Fälle wirklich atavistische Rückschläge? Strasburger verneint es[2]) und will sie lieber dadurch erklären, dass hier ein Bestreben stattfinde, in derselben Blattachsel gleichzeitig eine Fruchtschuppe und einen beblätterten Spross zu bilden, woraus denn eine Mittelform zwischen beiden resultiren müsse. Da er aber die Fruchtschuppe als Achselspross der Deckschuppe betrachtet und also doch annehmen muss, dass dieser nämliche Spross es ist, der in jenen Fällen zum beblätterten Triebe wird, so hat seine Deutung etwas Gezwungenes; ich glaube die Sache anders erklären zu können. Ist nämlich die Fruchtschuppe nur ein Innenauswuchs der Deckschuppe, so muss die in jenen Ausnahmefällen auftretende Knospe eine Neubildung in der gemeinsamen Achsel sein, eben eine ausnahmsweise zur Entwickelung gebrachte Axillarknospe; durch den Druck aber, welchen dieselbe zwischen den dicht zusammengeschlossenen Zapfenschuppen ausübt, vermag sie den gleichzeitig und in unmittelbarer Contiguität mit ihr auftretenden Innenauswuchs der Deckschuppe

---

[1]) An der untersten Basis, da wo sie sich vom Bündel der Deckschuppe oder aus der Axe abzweigen, sind es freilich ebenfalls meist zwei und haben sie ihre Tracheen noch mehr einander zugewandt (cf. Fig. 15); doch ist dies geradeso bei jedem 3spurigen Blatt und beweist nicht im Entferntesten, dass hier ein zusammengesetztes Innenorgan vorläge.

[2]) Angiospermen und Gymnospermen p. 132.

in 2 Lappen zu zertheilen, die sich nunmehr wie ihre ersten Blätter ausnehmen. In Anbetracht der Wichtigkeit, die man solchen Abnormitäten zugeschrieben hat, und bei der ansehnlichen darüber erwachsenen Literatur (vgl. oben S. 1020 f.) ist es nothwendig, diese meine Ansicht im Einzelnen zu erhärten; doch würde es hier zu weit führen und soll in einem besondern Artikel geschehen, den ich demnächst veröffentlichen werde.

Man möchte vielleicht schliesslich noch entgegenhalten, dass in Fällen, wo die Deckschuppe sich in ein Staubgefäss verwandelt — es begegnet bekanntlich ebenfalls nur abnormer Weise — die Innenschuppe nichts desto weniger vorhanden sein kann. Doch ist dies gerade unserer Deutung günstig; ein Spross in der Achsel eines Staubblatts ist wohl kaum je beobachtet worden[1]), ligulare Auswüchse kommen jedoch mitunter, z. B. bei den Staubgefässen mancher *Zygophylleen*, als Norm vor. Überdies hat bereits Mohl angemerkt[2]), dass in demselben Grade, in welchem die staminale Metamorphose der Deckschuppe fortschreitet, die Innenschuppe kleiner wird und schliesslich ganz verschwindet.

Ich glaube hiermit allen Einwänden begegnet zu sein und unsere oben dargelegte Auffassung von dem Verhältniss der beiden Schuppen bei den *Abietineen* und damit zugleich auch für *Sciadopitys* gerechtfertigt zu haben. Gehen wir nun zu den andern Gruppen über.

Die *Taxodineen* lassen sich unmittelbar an die *Araucarieen* anschliessen. Bei einem Theil von ihnen ist noch eine wohlausgeprägte Innenschuppe vorhanden (*Cryptomeria*, hier gezähnt, s. Fig. 23, 27, *Arthrotaxis*), bei andern zeigt sich dieselbe nur als Anschwellung der äussern Schuppe, besonders gegen den Gipfel hin, wodurch dieser mehr oder weniger herabgedrückt und gegen die Anschwellung abgegrenzt erscheint (*Sequoia*, *Taxodium*, *Widdringtonia*). Sie hat so wenig die Bedeutung eines selbständigen Organs, wie bei den vorhergehenden Gruppen; zwar erhält sie, wie dort, ihr eigenes Gefässbündelsystem mit umgekehrten Tracheen

---

[1]) Die Beispiele, welche von Moquin-Tandon (Pflanzenteratologie, übersetzt von Schauer, p. 361) und von Masters (Vegetable Teratology p. 143) angeführt werden, sind sowohl äusserst spärlich an Zahl, als bezüglich der Sache selber sehr zweifelhaft.

[2]) Vermischte Schriften botan. Inhalts p. 53.

Fig. 24—26), entsteht aber überall wieder nur als Excrescenz der innern Schuppe und erlangt dabei ihre volle Ausbildung erst im Verlaufe des Reifens. — Die Ovula gehen bei *Sequoia* und *Arthrotaxis* von der Mitte der Schuppe aus und sind mehr oder weniger nach abwärts gerichtet; bei *Cryptomeria*, *Taxodium* und *Widdringtonia* nähern sie sich der Basis und werden aufrecht, doch bleiben sie noch auf der Schuppe selber eingefügt (Fig. 23), auch bei *Taxodium*, wo sie sonst der Achsel am nächsten stehen. Die Zapfenschuppen sind daher auch bei den *Taxodineen* als offene Carpelle, die Zapfen als Einzelblüthen zu betrachten.

In der Abtheilung der *Cupressineen* erscheinen die Eichen so dicht an der Basis der Zapfenschuppen (Fig. 29, 30), dass man sie schlechthin als axillar bezeichnen kann. Wenigstens in demselben Sinne, in dem man bei Blüthenpflanzen von axillaren Bildungen überhaupt spricht. Die Grenze zwischen Stengel (Axe) und Blatt lässt sich hier nicht sicher genug bestimmen, ist vielleicht überhaupt nicht so scharf, um bei einem mit breiter Basis im Winkel der Zapfenschuppe sitzenden Eichen, wie sie uns hier begegnen, entscheiden zu können, welchem von beiden Theilen es eigentlich entstamme. Dazu kommt, dass, wo eine Blattachsel zahlreiche Ovula beherbergt, wie bei *Cupressus*, dieselben oft von der Axille aus sich sowohl an der Zapfenaxe als an der Schuppe ein Stück hinaufziehen (*C. sempervirens* u. a.); es mag also wohl überhaupt hier kein stricter Unterschied zwischen axen- und blattbürtigen Eichen eingehalten werden. — Gewöhnlich nehmen die Ovula die Mitte der Achsel ein, sind ihrer nur 2 vorhanden, so stehen sie rechts und links; von diesen beiden fehlt bei *Juniperus Sabina* oft eins, das andere erscheint dann neben der Achsel, und so ist es bei *Juniperus communis* und andern Arten der Gattung constant der Fall; es entsteht dadurch das Ansehen, als ob mit dem (3zähligen) Kreise der Zapfenschuppen ein solcher von Eichen nach Art eines selbständigen Cyklus alternire.

Die Zapfenschuppen der *Cupressineen* haben keinen differenzirten Innenauswuchs mehr, sie erscheinen entweder ganz einfach oder nur mit einer stärkeren oder schwächeren Innenanschwellung, welche, wie bei *Sequoia* und *Taxodium*, den Gipfel der Schuppe herabdrückt und sich mehr oder weniger deutlich gegen denselben oder auch gegen die Seitenränder abgrenzt (Fig. 30, 31). Abermals erhält dieselbe ihre eigenen Gefässbündel mit umgekehrten Tracheen

(Fig. 32—34), wie es nicht anders sein kann, wenn ein Blatt auf der Innenseite sich so verstärkt, dass es mitunter, wie bei *Cupressus*, vollkommen schildförmig wird; von einer anwachsenden innern Schuppe kann jedoch keine Rede sein, das Blatt ist von Anfang an einfach, zur Blüthezeit nur wenig verschieden von den vorausgehenden vegetativen Blättern (cf. Fig. 29), man sieht es dann im Verlauf des Reifens anschwellen (Fig. 30), nicht anders wie ein sich verdickendes Blatt überhaupt anschwillt[1]), und man kann dabei constatiren, wie sich erst mit und in dieser Anschwellung die zugehörigen Gefässbündel ausbilden. Bei schildförmigen Schuppen schliessen dieselben mit den Bündeln der untern Hälfte zu einem ebenso vollkommenen Kreise zusammen, wie im Stiele irgend welches schildförmigen Laubblattes (Fig. 33, 34).

Obwohl bei den *Cupressineen* die Zapfenschuppen nicht mit Sicherheit als Erzeuger der Ovula anzusprechen sind und vielleicht nur Deck- oder Schutzblätter derselben repräsentiren, so werden wir unten zeigen, dass sie dennoch als offene Carpelle angesehen werden müssen. Der Zapfen ist dann wieder eine Einzelblüthe (der „Galbulus" des Wachholders also eine einfache Frucht); diesen weiblichen entsprechen hier — an andern Zweigen — allgemein auch männliche Einzelblüthen.

Denselben Übergang von blattbürtigen zu axillaren Eichen, den wir im Vorstehenden sahen, treffen wir schliesslich auch bei der letzten Gruppe der Coniferen, den *Taxineen*, wieder. Die Zapfenschuppen der interessanten tasmanischen *Microcachrys tetragona* Hook. f.[2]) tragen das einzige Ovulum, das sie besitzen, so nahe

---

[1]) Die Axillarknospe, welche Strasburger in der Anlage mitunter glaubt deutlich unterscheiden zu können, ist nichts weiter als die an der Basis der Schuppe sich zuerst bemerklich machende innere Anschwellung: so scharf abgegrenzt, wie Strasburger dieselbe für *Thuja occidentalis* auf Tafel III seines ersten Werkes (Conif. u. Gnetac.) darstellt, habe ich dieselbe übrigens nicht wahrnehmen können.

[2]) Lebendes Material dieser Art, wie auch von *Phyllocladus glaucus* Carr. verdanke ich der oft erprobten Güte von Sir Joseph D. Hooker. — Bei dieser Gelegenheit will ich bemerken, dass bei *Microcachrys* die Laubblätter in decussirten Paaren stehen, die Fruchtblätter jedoch nicht spiralig, wie in Bentham-Hooker's Gen. plant. gesagt wird, sondern in 4zähligen alternirenden Quirlen, so dass 8 Zeilen entstehen, von denen 4 mit den 4 Zeilen der vorausgehenden Laubblätter zusammenfallen, 4 damit alterniren.

am obern Ende der Innenseite, dass es zwischen den Schuppenzipfeln hervorschaut (Fig. 35, 36); bei *Dacrydium* rückt dasselbe herab bis zur Mitte und tiefer (Fig. 39—42). Je weiter es herabrückt, um so mehr richtet es sich dabei auf (Fig. 42, 41); bei *Microcachrys* ist es noch, wie bei einer *Dammara*, ganz umgewendet (Fig. 36, 37). Von einer Duplicität der Schuppen ist auch hier nicht die Rede; es sind äusserlich wie innerlich vollkommen einfache Blätter, bei *Microcachrys* findet sich nicht einmal das innere Gefässbündelsystem (cf. Fig. 37, 38), das bei *Dacrydium* mit 2 schwachen, die Tracheen nach aussen kehrenden und beim Ovulum erlöschenden Zweiglein vorhanden ist[1]). Bei *Microcachrys* sind die Carpelle noch in grösserer Anzahl zu einem, durch seine maulbeerartige Weichheit und schön hellrothe Färbung ausgezeichneten Zapfen vereinigt (Fig. 35); bei *Dacrydium* wird ihre Zahl so sehr reducirt, meist auf 1 oder 2, und ihre Beschaffenheit dabei der der vorausgehenden vegetativen Blätter so ähnlich, dass von einem „Zapfen" nicht mehr gesprochen werden kann (Fig. 39—42). Auch muss erwähnt werden, dass in beiden Gattungen das Ovulum mit einer äussern Hülle ausgestattet wird, in Form eines lockern, unterhalb des Ovulums offenen oder niedrigeren Sacks, der zur Blüthezeit noch kurz, hauptsächlich erst später heranwächst, fleischig und farbig wird und so den Charakter eines Arillus zur Schau trägt (Fig. 36, 37, 40—42 bei *a*).

Die artenreiche Gattung *Podocarpus* bietet verschiedene Abänderungen. Bei dem zur Section *Dacrycarpus* gehörigen *Pod. dacrydioides* A. Rich., den ich lebend untersuchte, ist entsprechend dem Namen das Verhalten sehr ähnlich dem von *Dacrydium*; der

---

Dasselbe scheint nach den Abbildungen zu urtheilen (Flora Tasmaniae tab. 100, Botanical Magazine tab. 5576) auch bei den Staubblättern der männlichen Blüthen der Fall zu sein; jedenfalls ein merkwürdiges, und soviel ich weiss, bei den Coniferen einzig dastehendes Verhalten.

[1]) Es lässt sich dies vielleicht aus der weichen, saftigen Beschaffenheit erklären, welche die Carpelle bei *Microcachrys* darbieten; bei *Dacrydium* sind sie derber und mehr den voraufgehenden Laubblättern ähnlich. Die Angaben für das Gefässbündelverhalten von *Dacrydium* gründen sich im Übrigen auf Strasburger's Darstellung; mir selbst stand bei dieser Gattung nur trockenes Material zur Verfügung, welches hier zur betr. Untersuchung nicht geeignet ist.

Zweig schliesst mit 2 bis 3 Carpellen, die am Grunde verwachsen und von denen gewöhnlich nur 1 oder 2 fruchtbar sind (Fig. 43). Das umgewendete Ovulum entspringt auf der Innenfläche des Carpells, dicht unter dem Gipfel und ist mit ersterem seiner ganzen Länge nach verschmolzen (Fig. 44). Der Arillus von *Dacrydium* zeigt sich dabei schon zur Blüthezeit in Form eines äussern Integuments, das für die ganze Gattung constant bleibt und seinen Integumentcharakter noch dadurch bestätigt, das es später auftritt als das innere [1]), seine Verwandtschaft mit dem Arillus aber insofern, als es in der Reife gewöhnlich fleischig und farbig wird. — Das Carpell erhält aus der Axe das gewöhnliche Medianbündel, das hier (wie auch bei den beiden vorigen Gattungen) einfach bleibt; von demselben lösen sich dicht über der Basis 2 innere Stränge ab, die mit umgekehrten Tracheen bis über den Nucellus des Eichens verlaufen, wo sie erlöschen (Fig. 44—47). Strasburger und Van Tieghem sehen in denselben wieder eine innere Schuppe, die sie auch bei *Dacrydium* annehmen; für mich sind sie nichts weiter, als Stränge, die das Ovulum mit Nahrung zu versorgen haben und wegen dessen Ursprungs von der Innenfläche des Carpells ihre Tracheen umwenden. *Podocarpus dacrydioides* erscheint alsdann, von Zahl und Grösse der Carpelle, sowie vom zweiten Ovular-Integumente abgesehen, im weiblichen Geschlechte geradeso gebaut, wie ein Araucarienzapfen.

Denken wir uns bei der genannten Art das Ovulum von seinem Fruchtblatt bis tief herunter abgespalten, das freie Ende des letztern dabei bedeutend reducirt und also vom Ovulum überragt, so haben wir im Wesentlichen das Verhalten der Arten der übrigen Sectionen von *Podocarpus*. Das Ovulum erscheint bei denselben somit anatrop (Fig. 48) und ist auch nichts anderes, als ein gegenläufiges Eichen, das frei unter dem Gipfel des Fruchtblatts (auf der Innenseite natürlich) entspringt. Die beiden Gefässbündel, die bei *Pod. dacrydioides* im Fruchtblatt blieben, verlaufen nun hier in der Raphe; sie können sich dabei noch weiter theilen und über der Chalaza angelangt sich auf dieselbe zurückbiegen und sie mit einem Kreis von Zweiglein umfassen, immer dabei mit den Tracheen nach aussen (Fig. 49—52). Das alles lässt sich erklären aus der starken Ausbildung des Ovularrückens und deutet durch-

[1]) Vergl. Strasburger, Conif. u. Gnetac. p. 19 ff. tab. 3.

aus nicht, wie Van Tieghem und Strasburger wollen, eine innere Schuppe an, weder eine solche von Blatt-, noch eine von Axencharakter, letztere um so weniger, als die Tracheen alle wie gesagt nach aussen stehen[1]).

In den Sectionen *Nageia* und *Eupodocarpus* pflegen die Carpellblätter in ihrem untern Theile verdickt zu sein, kopfig gestaucht und miteinander zu einem fleischigen Körper, dem sogenannten Receptaculum verwachsen, wobei gewöhnlich nur die 1 oder 2 obersten fertil sind, während die übrigen — deren meist nur 1 oder wenige, bei *Pod. Nageia* R. Br. jedoch auch zahlreichere vorhanden — steril bleiben und wohl auch Übergänge zu den vegetativen Blättern bieten (Fig. 48). Hiergegen zeichnen sich verschiedene Arten der Section *Stachycarpus* dadurch aus, dass bei ihnen die Carpelle mit den Eichen ährenartig auseinanderrücken und erstere klein und schuppenförmig bleiben. Hier möchte man Bedenken tragen, die ganze Aggregation als Einzelblüthe anzusehen, welche Bezeichnung sie doch in jenen andern Fällen ebenso wie in allen vorhergehenden erhalten muss; um so mehr Bedenken, als mitunter, z. B. bei *Pod. spicata* R. Br., im männlichen Geschlecht ähnliche Ähren vorhanden sind, wie im weiblichen, nur an Stelle der Ovula mit Einzelblüthen von Kätzchenform. Auch sehen wir mitunter, sowohl in der Section *Nageia*, als bei verschiedenen Arten von *Eupodocarpus* (z. B. bei *Pod. Lamberti* Kl., *glomerata* Don u. a.), dass im männlichen Geschlecht nicht Einzelblüthen, sondern kopfförmige Aggregationen von solchen an denselben Stellen stehen, wo im weiblichen sich die Receptacula mit

[1]) Der Umstand, dass es zwei Gefässbündel sind, die hier in die Raphe eintreten, mag bedenklich erscheinen und ist auch schon von Strasburger (Flora 1873 p. 373) entgegengehalten worden. Doch findet Ähnliches zuweilen auch bei angiospermen Eichen Statt (z. B. bei *Acicarpha spathulata* A. Br. und *Sanseviera zeylanica* Willd.; cf. Warming, de l'ovule, Ann. Sc. nat. VI. Sér. Vol. V, Separatdruck p. 59 f.) und dürfte sich wahrscheinlich bei speciellem Suchen noch öfter finden, wo die Raphe eine besonders starke Ausbildung hat. — Dass bei gewöhnlichen Eichen das Gefässbündel sein Xylem nach innen hat, erkläre ich daraus, dass dieselben wie Blattfiedern am Rande des Carpells zu entspringen pflegen, während das Ovulum von *Podocarpus* flächenständig ist; es wäre im Übrigen zu untersuchen, ob auch bei andern flächenständigen Eichen (*Cabomba*, *Brasenia*, *Astrocarpus*) dieselbe Umkehrung stattfindet, wie bei *Podocarpus*.

den Eichen befinden, wonach es auch hier natürlicher erscheinen möchte, nicht die ganzen Receptacula, sondern nur die Ovula als Einzelblüthen und die Carpelle als deren Deckblätter zu betrachten. Ich gestehe, dass mich diese Fälle lange haben zweifeln lassen, ob unsere Deutung die richtige sei; doch muss schliesslich die Sache an sich entscheiden und nicht der Vergleich mit dem andern Geschlecht. Auch giebt es Beispiele genug, in denen mit den weiblichen Receptakeln nicht Köpfchen, sondern männliche Einzelblüthen correspondiren (*Pod. Sellowii* Kl., *salicifolia* Kl., *Thunbergii* Hook. u. a.) und somit betrachten wir auch die Carpell-Aggregation von *Pod. spicata* trotz ihrer lockern Ährenform als Einzelblüthe. Denn sie stellt eine einfache Axe dar, besetzt mit einfachen Carpellen, und eine solche müssen wir, wenn wir den Begriff der Blüthe nicht verwirren wollen, ebenso zu einer einzigen Blüthe zusammenrechnen, wie bei kopfiger oder quirliger Stauchung; auch fehlt es nicht an Beispielen — ich nenne nur *Myosurus*, *Magnolia*, *Schizandra* — wo die Carpelle der nämlichen Blüthe gleichfalls an verlängerter Axe aufgereiht und zuweilen, wie bei *Schizandra* in der Reife, durch nackte Internodien von einander getrennt sind.

Bei *Microcachrys*, *Dacrydium* und *Podocarpus* sind die Ovula noch entschieden blattbürtig, vermögen aber in den beiden letzteren Gattungen bis nahe zur Achsel des Carpells herabzurücken; bei der jetzt zu betrachtenden Gattung *Phyllocladus* sind sie vollkommen axillar. Sie stehen hier aufrecht im Winkel kleiner schuppenförmiger Blattorgane, je 1 pro Axille, zu 2 bis 6 in ähren- oder köpfchenförmigen Gruppen, die aus den Winkeln gleichfalls schuppenförmiger Blätter, sowohl an den Langtrieben als an den cladodischen Kurztrieben, nach welchen die Gattung benannt ist, ihren Ursprung nehmen und oft von einem mehr weniger cladodisch zusammengedrückten Stiel getragen werden (Fig. 53). Sie lassen sich direct mit den vegetativen Cladodien vergleichen, man braucht sich bei denselben nur an Stelle der Blattzweiglein Ovula in die Achseln der Blätter zu denken. Wie bei den *Cupressineen*, sind sie ebenfalls als Einzelblüthen, ihre Blätter als Carpelle aufzufassen. Die Ovula von *Phyllocladus* werden mit einem kurzen Arillus ausgestattet und durch 2 Gefässbündel versorgt, die zum Bündel des Carpells quergestellt, einander, doch nicht ersteren ihre Tracheen zukehren und unter der Basis des Eikerns erlöschen

Fig. 54, 55). Aus diesem Verhalten lässt sich schliessen, dass die Ovula hier nicht Producte der Carpellblätter sind, sondern von der Axe, resp. im Winkel zwischen beiden, ihren Ursprung nehmen [1]).

Stellt man sich vor, dass die Carpelle von *Phyllocladus* zur Unmerklichkeit verkümmerten und gewöhnlich nur 2 Eichen in der Blüthe entwickelt würden, so entsteht das Verhalten von *Gingko* und *Cephalotaxus*. Erstere Gattung zeigt dabei diese 2-eiigen, zuweilen aber auch mit 3 und 4 Eichen ausgestatteten Blüthen auf langen Stielen (Fig. 56) in den Winkeln der Laubblätter [2]); bei *Cephalotaxus* sind die Blüthen ohne Stiel, also sitzend, über Hochblättern zu ährenartigen Inflorescenzen versammelt. Bekanntlich hat *Gingko* auch im männlichen Geschlecht axillare Einzelblüthen, während bei *Cephalotaxus* Köpfchen von solchen angetroffen werden. — Das Gefässbündelverhalten stimmt in der Hauptsache mit *Phyllocladus* überein (Fig. 60); ein eigentlicher Arillus fehlt (nur *Gingko* hat eine Spur desselben in Gestalt einer kurzen Manschette an der Basis des Samens, Fig. 56, 60 bei *a*), dafür wird, gleichsam zum Ersatz, in beiden Gattungen die Aussenschicht des Integuments fleischig, während die innere zu einer Steinschale erhärtet.

Es erübrigen noch *Taxus* und *Torreya*. Denkt man sich in den 2-eiigen Blüthen von *Cephalotaxus* die Deckblätter der Ovula wieder entwickelt, die Ovula selbst auf besonderen, wenn auch

---

[1]) Im Wesentlichen übereinstimmend mit *Phyllocladus* scheint sich die tasmanische Gattung *Pherosphaera* Arch. zu verhalten, den Abbildungen und Beschreibungen nach zu urtheilen; sie hat weibliche Blüthen von der Form kleiner Ähren, mit einzelnen, aufrechten und mit einem Arillus versehenen Eichen in den Schuppenwinkeln. Die Zweige sind jedoch nicht blattartig.

[2]) Van Tieghem, l. c. p. 276, erklärt den Pedunculus von *Gingko* für das nämliche Blatt, das er in der innern Schuppe der Abietineen und überhaupt allerwärts als Tragorgan der Coniferen-Ovula annimmt. Dies erscheint aber bei *Gingko* nicht nur in Anbetracht der stielförmigen Gestalt des Organs wunderlich, sondern wird auch direct dadurch widerlegt, dass seine Gefässbündel, obwohl allerdings dicht an der Basis einen gegen das Tragblatt hin offenen Bogen bildend, doch oberwärts zu einem vollkommenen Ringe zusammenschliessen (cf. Fig. 57—59).

sehr kurzen Axen emporgehoben[1]) und diese dabei mit 2 decussirten Hochblattpaaren besetzt, so resultirt die Inflorescenz von *Torreya* (Fig. 61); bei *Taxus* erhalten die Ovularsprösschen, von denen jedoch gewöhnlich nur eines ausgebildet ist, noch ein drittes Blattpaar und ihr gemeinsamer Träger statt zweier Hochblätter deren 8 bis 13, von welchen das oberste den Ovularspross bringt (Fig. 63). Letzterer erhält in beiden Gattungen die nämlichen zwei Gefässbündel aus der Abstammungsaxe, die wir auch bei *Phyllocladus, Gingko* und *Cephalotaxus* zum Ovulum gehen sahen, transversal gestellt und mit einander zugekehrten Tracheen; nachdem dieselben die dem Ovulum vorausgehenden Hochblätter mit Zweigen versorgt haben, erlöschen sie ebenfalls unter der Basis des Nucellus (Fig. 62, 63). Der Same wird hier wieder mit einem Arillus ausgestattet (Fig. 62, 63 bei *a*), der bei *Taxus* becherartig offen bleibt, bei *Torreya* sich bis auf einen engen Gipfelporus verschliesst.

Da bei *Taxus* und *Torreya* sonach die Ovula am Ende selbständiger beblätterter Sprosse auftreten, so können sie nicht mehr zusammen zu einer Blüthe gerechnet, sondern jedes muss für sich als Einzelblüthe betrachtet werden[2]). Das Blatt welches diesen Ovularspross in der Achsel hat, verliert dadurch auch den Charakter als Carpell und erhält die Bedeutung eines Deckblatts. Das Ovulum selbst erscheint zweifellos axenbürtig; der Versuch Van Tieghem's, ihm ein Carpell unter den obersten Hochblättern ausfindig zu machen, ist als verfehlt zu bezeichnen, wie Strasburger schon längst nachgewiesen hat, und dasselbe gilt von Čelakovský's Idee, dass vielleicht der Arillus das Carpell sein möchte.

Die Untersuchung wäre hiermit zu Ende und wir können einen Rückblick auf die Resultate werfen. Dieselben sind klar und zwingend. Bei allen Coniferen stellen die Schuppen des sogenannten weiblichen Amentums nichts als einfache Blätter dar, die innern Schuppen, wo sie begegnen, ventrale Auswüchse derselben. Die Ovula nehmen ihren Ursprung entweder auf der Inner-

---

[1]) Auch bei *Gingko* werden bekanntlich die Ovula nicht selten auf besonderen Stielchen emporgehoben, doch bleiben letztere hier nackt.

[2]) Man könnte allenfalls die dem Ovulum vorausgehenden Blätter noch mit zur Blüthe rechnen, doch entbehren dieselben noch der charakteristischen Metamorph[illegible]ungen ist es nebensächlich.

äche dieser Blätter oder in der Achsel derselben; nur bei *Taxus* nd *Torreya* erscheinen sie am Gipfel besonderer Hochblattzweigin. Danach sind in letzteren beiden Gattungen die Ovula für ich als weibliche Blüthen zu betrachten; bei allen übrigen stellt as Amentum im Ganzen die weibliche Einzelblüthe dar, die Blätr desselben sind offene Carpelle.

Nach dem ersten Anschein statuiren wir hiermit bedeutende orphologische Differenzen, wie man sie in einer so ausgezeichnet atürlichen Familie, wie die Coniferen sind, nicht erwarten sollte. as einemal soll das Ovulum Dependenz eines Blattes, das anderemal blattwinkelständig, also wohl ein metamorphosirter Axillarpross, das drittemal terminaler Abschluss einer beblätterten Axe ein. Allein diese Differenzen sind doch nur scheinbar so gross; as Ovulum an sich ist überall dasselbe Ding, nur seine Stellung nterliegt Variationen. Das Ovulum hat den Charakter eines Makrosporangiums, kann sogar recht wohl, wie es von manchen auch eschieht, mit diesem Namen belegt werden; und was wir bei inem Makrosporangium (überhaupt bei einem Sporangium) verwirklicht sehen, darf uns demnach auch bei einem Ovulum nicht befremden. Nun ist gewiss, dass bei *Isoëtes* die Sporangien auf Blättern stehen und entspringen, bei *Selaginella* und *Lycopodium* in der Blattachsel, bei *Psilotum* und *Tmesipteris*, wie Göbel neuerdings nachgewiesen hat[1]), am Ende beblätterter Zweiglein. Alle diese Gattungen aber gehören dem nämlichen Verwandtschaftskreise an und noch dazu demjenigen, von welchem sich die Coniferen am ehesten phylogenetisch ableiten lassen; es dürften daher die obigen Variationen unsere Resultate eher bekräftigen, als denselben hinderlich sein. Freilich muss man dabei die Vorstellung aufgeben, dass das Ovulum allerwärts entweder einem Blattsegment

[1]) Cf. Göbel in Botan. Zeitung 1881 n. 42 ff. Allerdings haben wir bei *Psilotum* und *Tmesipteris* nicht ein einzelnes terminales Sporangium, wie bei *Taxus*, sondern 3, resp. 2, welche seitlich am Vegetationspunkte entstehen; doch sind es unzweifelhaft axenbürtige Sporangien und darauf kommt es hier an. Wenn zwischen den Sporangien von *Selaginella* und *Lycopodium* der Unterschied besteht, dass die der ersteren Gattung aus der Axe, die der letztern aus der Blattbasis ihren Ursprung nehmen, so stimmt das sehr wohl mit dem etwas schwankenden Verhalten bei den *Cupressineen* überein; axillar kann man sie doch in beiden Fällen nennen.

oder allerwärts einer Knospe entspreche, überhaupt aus der Metamorphose eines dieser beiden Gebilde hervorgegangen sei; es ist vielmehr das auf die Phanerogamen vererbte und mehr oder weniger umgestaltete Makrosporangium der höhern Kryptogamen und stellt wie dieses eine Bildung sui generis vor.[1]) Man kann dieselbe zwar mit einer Emergenz vergleichen, darf sie jedoch nicht als ausschliessliches Privileg von Blättern oder als ausnahmslos stengelbürtig betrachten, sondern muss anerkennen, dass das Ovulum, wie andere Emergenzen auch, sowohl aus dem einen, als aus dem andern Organ, oder auch auf der Grenze beider, d. i. in der Blattachsel, seinen Ursprung nehmen kann. So ist es nicht nur bei den Coniferen nach unserer obigen Darlegung evident, sondern auch bei den Angiospermen ausser Zweifel gestellt worden.[2])

Wo das Ovulum von einem Blatte ausgeht, ist letzteres ein Carpell. Kann aber diese Bezeichnung auch dann noch angewendet werden, wenn das Ovulum anderswo entspringt? Selbstverständlich kommen dabei nur solche Blätter in Betracht, welche das oder die Eichen unmittelbar einschliessen. Bei den Angiospermen können wir nun in der Narbenbildung noch ein Merkmal finden, wodurch ein Carpell gekennzeichnet wird; wie aber bei den Gymnospermen, die eine Narbe noch nicht entwickeln? Hier muss die Analogie den Ausschlag geben, ein anderes Kriterium giebt es nicht. Da nun bei den *Taxodineen* etc. die nämlichen Blätter als eichenbildende Carpelle fungiren, welche bei den *Cupressineen* die Ovula nur in den Achseln tragen — die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit ausser Betracht gelassen, dass hier und da bei den *Cupressineen* die Ovula doch auch von den betreffenden Blättern selbst er-

---

[1]) Es ist das freilich entgegen den Ausführungen, die ich im Anschluss an Čelakovský in meinen „Blüthendiagrammen", Bd. II p. XV ff., gegeben habe. Damals hielt ich mich noch für berechtigt, die Foliolartheorie Čelakovský's festzuhalten, da sich die widersprechenden Vorkommnisse mit derselben vereinbaren liessen; heute habe ich mich indess überzeugt, dass dies unmöglich ist, und gebe also jene Theorie auf.

[2]) Z. B. ächt terminale Stellung für das Eichen von *Polygonum* durch Strasburger, Angiosp. und Gymnosp. p. 3 ff. Auch schon vordem sind terminale und axillare Eichen bekannt gewesen (*Piperaceen*, *Balanophoreen* u. a.), die sich nur mit Zwang der Foliolartheorie Čelakovský's unterordnen liessen, während andererseits die viel verbreiteteren blattbürtigen Ovula der Auffassung entgegen stehen, dass die Ovula umgewandelte Sprosse seien.

engt werden — so sind wir genöthigt, auch die Zapfenschuppen ler *Cupressineen* als Carpelle zu bezeichnen, wie wir es oben beeits gethan haben. Dasselbe gilt denn auch für die entsprechenlen Fälle unter den *Taxineen*. Dass wir aber bei den Eichen von *Taxus* und *Torreya*, die eines Carpells entbehren, die Hülle des Jucellus für ein Integument ansehen, obwohl sie bei der terminaen Stellung der Ovula hier auch die Natur eines Fruchtknotens aben könnte und sogar aus zwei getrennten Anlagen entsteht: lies geschieht nicht blos der Analogie zu Gefallen, sondern weentlich auch des Arillus halber, den wir in der nämlichen Art nd Weise, wie bei jenen Gattungen, auch bei andern *Taxineen*, ber an blattbürtigen und also in ihrer Bedeutung nicht zweifelaften Eichen ausserhalb des Integuments auftreten sehen.

Die ältesten Typen der Coniferen, die *Araucarieen*, schliessen ich, wie wir sahen, sowohl im Baue der weiblichen, als in dem ler männlichen Blüthen, sehr nahe an die *Cycadeen* an. Zwar können sie, obwohl die *Cycadeen* etwas älter zu sein scheinen, schwerlich direct von denselben abgeleitet werden, in Anbetracht der bedeutenden Differenzen in Stamm- und Blattbildung, welche uns die Ahnen der *Cycadeen* in den Farnen, die der *Coniferen* in der *Lycopodinen*-Gruppe vermuthen lassen; doch bezüglich des Blüthenbaues ist jener Anschluss evident. Von den *Araucarieen* aus sehen wir sodann, wie entsprechend der paläontologischen Aufeinanderfolge, das blattständige Ovulum zur axillaren Stellung bei den *Cupressineen* und gewissen *Taxineen* übergeht und sich zuletzt, bei *Taxus* und *Torreya*, auf beblättertem Stiele aus der Blattachsel erhebt und so zur selbständigen Blüthe wird. Dadurch aber entsteht zugleich ein Übergang zur dritten Familie der Gymnospermen, den *Gnetaceen*; wir haben nur nöthig, uns die beiden obersten Blätter des Ovulargrösschens von *Taxus* zu einer, oben noch offenen Hülle um das Ovulum zusammengeschlossen zu denken, um im Wesentlichen die weibliche Gnetaceenblüthe zu erhalten. Im Einzelnen müssen wir uns dann noch weiter vorstellen, um zu den sitzenden Axillarblüthen von *Welwitschia*, *Gnetum* und den meisten *Ephedra*-Arten zu gelangen, dass jene beiden Blätter die einzigen ihrer Axe wären, dass sie jedoch auch, wie bei den endständigen Blüthen von *Ephedra altissima*, von andern Blättern eingeleitet werden können; und weiter, dass der Arillus von *Taxus* bei *Ephedra* und *Welwitschia* fehlt, während er bei den vollkommenen weib-

lichen Blüthen von *Gnetum* in Gestalt eines äussern Integuments angetroffen wird. Da auch im männlichen Geschlecht ein ähnlicher Übergang besteht, dadurch, dass die beiden letzten Blätter vor den Staubgefässen — meist wieder die einzigen ihrer Axe, von den theilweise nur hypothetischen Vorblättern abstrahirt — zu einem Perigon um das Androeceum zusammenschliessen, so lassen sich durch Vermittelung der *Taxineen* die *Gnetaceen* überhaupt direct von den Coniferen ableiten, womit auch die paläontologische Entwickelung übereinstimmt. Doch gilt diese Ableitung wiederum nur in Bezug auf den Blüthenbau; die übrigen Verhältnisse sind theilweise so abweichend und innerhalb der Gnetaceenfamilie selbst so disparat — man denke nur an die sonderbare *Welwitschia* —, dass der Anschluss nicht als sehr vollkommen bezeichnet werden kann. Im Übrigen sei noch bemerkt, dass ich die Hülle, mit der sich das Ovulum der Gnetaceen umgiebt (resp. die äusserste der 2 oder 3 den Nucellus umschliessenden Hüllen), wegen ihrer offenbaren Analogie mit der Hülle des Androeceums, die keinen andern als den Charakter eines Perigons haben kann, ebenfalls als Perigon betrachte, entgegen der älteren Ansicht, nach welcher sie einen Fruchtknoten darstellt, sowie der neuesten Deutung von Strasburger, der sie zu einem zweiten, bezw. dritten Integumente macht.[1])

---

[1]) Letztere Ansicht kann ich durchaus nicht zugeben, trotz der von Strasburger betonten Ähnlichkeit der äussern Hülle mit dem Integumente von *Taxus*, die aber doch lediglich nur für *Ephedra* zutrifft. Nicht nur, weil wir alsdann bei *Gnetum* den exceptionellen Fall dreier Integumente annehmen müssten, sondern auch aus objectiven Gründen. Die äusserste Hülle des Gnetaceen-Ovulums entsteht immer beträchtlich früher, als die innere oder die beiden innern, wird dabei mit 2 Primordien angelegt, während die inneren in Form von Kreiswällen entstehen, und erhält allein Gefässbündel (cf. Strasburger, Angiosp. u. Gymnosp. p. 96 ff., auch Beccari, sulla organogenia dei fiori feminei del Gnetum Gnemon, Nuovo Giorn. botan. Ital. vol. IX n. 1). Ersterer Umstand insbesondere ist es, welcher der Deutung als Integument widerstrebt; denn wenn auch, wie Warming gezeigt hat (De l'ovule, Separatdruck p. 65) das äussere Integument ein klein wenig früher als das innere angelegt werden kann, so kommt doch ein so bedeutendes Vorauseilen, wie es bei den Gnetaceen unter jener Annahme stattfinden würde, nirgends vor, auch überholt selbst in jenen ersteren Fällen das innere Integument im Wachsthum sehr bald das äussere. Letzterer Art ist

Alle drei Familien: *Cycadeen, Coniferen* und *Gnetaceen,* sind hiernach ächt gymnosperm; die *Gnetaceen* würden es auch dann noch sein, wenn man die äusserste Hülle ihrer weiblichen Blüthen als Fruchtknoten auffasst. Denn derselbe würde nicht vollständig geschlossen sein und namentlich einer Narbe entbehren. In letzterem Punkte aber muss ich das eigentliche Wesen der Gymnospermie erblicken. Offene oder nicht vollständig geschlossene Fruchtblätter kommen zuweilen auch unter den Angiospermen vor, wie bei *Caylusea* und anderen *Resedaceen*; doch haben sie hier immer Narben, welche den Pollen auffangen, direct zum Ovulum kommt dieser bei keiner angiospermischen Pflanze. Anderseits schliesst *Juniperus* seine drei Carpelle so dicht zusammen, dass in dieser Hinsicht kaum ein Unterschied vom Ovar einer Reseda besteht; allein die Narbenbildung fehlt, der Pollen kommt unmittelbar zu den Eichen und *Juniperus* ist daher gymnosperm.[1])

aber auch das Verhalten bei den zwei innern Hüllen von *Gnetum*; die äussere von ihnen wird ein wenig früher sichtbar, als die innere (die Differenz ist so gering, dass es nach Strasburger ausgewählter Präparate bedarf, um sie zu constatiren), nachher aber ist die innere Hülle die geförderte und die äussere bleibt zurück (cf. Strasburger, Angiosp. und Gymnosp. Taf. 14), bei den sterilen weiblichen Blüthen in androgynen Inflorescenzen verharrt sie sogar im Anlagestadium, so dass sie, wie der Arillus von *Taxus* zur Blüthezeit, als niedriger Kreiswulst am Grunde der innersten Hülle sich darstellt. Es scheint mir hiernach gar nicht zweifelhaft sein zu können, dass nur den beiden innersten Hüllen von *Gnetum*, resp. der einen inneren von *Ephedra* und *Welwitschia* der Charakter als Integument zukommt; die äusserste Hülle muss anderer Natur sein. Zur Auffassung derselben als Perigon aber bestimmt mich, ausser der oben schon hervorgehobenen Analogie des männlichen Geschlechts, auch das Verhalten der pseudohermaphroditen Blüthen von *Welwitschia*, in welchen das (sterile) Ovulum nur 1 Integument besitzt, dazu aber, ausserhalb vom Androeceum, noch ein Perigon.

[1]) Familien mit so vollkommener Narbenbildung, wie *Loranthaceen* und *Balanophoreen*, können daher unmöglich zu den Gymnospermen gerechne werden, obschon es neuerdings wieder von Karsten in seiner „Deutschen Flora" geschieht. — Über die bis dahin noch problematische innere Structur des Ovars bei *Loranthus* haben wir kürzlich eine schöne Untersuchung von Treub erhalten (Observations sur les Loranthacées, in Annales du Jardin botanique de Buitenzorg Vol. II p. 54 ff.); es wird darin gezeigt, dass zuerst ein ähnliches Verhalten besteht, wie bei den *Santalaceen*, eine terminale Placente nämlich mit nackten, hängenden, den Carpellen opponirten Eichen;

Zum Schlusse dieser Untersuchung habe ich noch zu bemerken, dass die Hauptresultate derselben nicht neu sind; sie finden sich sogar in einem unserer verbreitetsten Lehrbücher, dem von Julius Sachs. Allein sie sind dort so aphoristisch und ohne nähere Begründung hingestellt, dass sie im Ganzen wenig Beachtung gefunden und jedenfalls nicht gehindert haben, dass nach ihnen die Discussion über den Gegenstand noch mit grösster Lebhaftigkeit und nach ganz andern Richtungen hin fortgeführt worden ist. Es kann somit immerhin als neues Resultat gelten, wenn die wiederholte und eingehende Prüfung, die wir hier angestellt haben, zur Bestätigung der Sachs'schen Ansichten zurückführt; etwas ganz Neues hätte sich, nach den fast zahllosen über den Gegenstand gepflogenen Erörterungen, auch kaum zu Tage bringen lassen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4. *Dammara australis* Lamb.; 1. Fruchtblatt mit dem Ovulum von innen, wenig vergrössert; 2. Längsschnitt desselben; 3 u. 4. Querschnitte in der Höhe der beigesetzten Zeichen.

Fig. 5. *Araucaria excelsa* R. Br.; Längsschnitt durch das Fruchtblatt nebst Ovulum, *l.* die Ligula. Nach Strasburger, *Conif. u. Gnetac.* Tab. 7 Fig. 56.

Fig. 6—9. *Cunninghamia sinensis* R. Br.; 6. Fruchtschuppe von innen, wenig vergr., *l.* der ligulare Hautrand, die Ovula nach Richard (*Conif. et Cycad.* tab. 18) ergänzt; 7. dieselbe, nach Blosslegung der Gefässbündel; 8 u. 9 Querschnitte in der Höhe der in Fig. 7 beigesetzten Zeichen (wie auch bei vielen der folgenden Figuren).

Fig. 10—13. *Sciadopitys verticillata* Sieb. et Zucc.; 10. Fruchtblatt vom Rücken, natürliche Grösse, *l.* der ligulare Innenwulst; 11. dasselbe von innen, die Gefässbündel blossgelegt; 12 u. 13. Querschnitte.

Fig. 14—17. *Pinus silvestris* L.; 14. Fruchtblatt vom Rücken, wenig vergr., *d.* „Deckschuppe", *f.* „Fruchtschuppe"; 15, 16, 17. Querschnitte.

Fig. 18—22. *Abies (Pseudotsuga) Douglasii* Lindl.; 18*a*. Fruchtblatt vom Rücken, 18*b*. dasselbe von innen, wenig vergrössert, *d.* Deckschuppe, *f.* Fruchtschuppe; 19 Fruchtschuppe mit freigelegten Gefässbündeln; 20—22. Querschnitte.

---

nachher wächst dies alles mit der umgebenden Fruchtknotenwand zu einem compakten Körper zusammen. Das Gleiche hatte ich früher auch bei gewissen *Balanophoreen* (*Lophophytum* u. a.) nachgewiesen; die Verwandtschaft der drei Familien erhält dadurch eine neue Stütze.

Fig. 23—28. *Cryptomeria japonica* Don; 23. Stück eines Längsschnitts durch einen jungen Zapfen; 24. Querschnitt eines Fruchtblatts daraus an der Basis, 25. desgleichen in ¼ Höhe, *ov.* die Ovula, 26. desgleichen in ½ Höhe; 27. Fruchtblatt aus dem reifen Zapfen vom Rücken (Vergr. 3), *d.* Deckschuppe, *f.* Fruchtschuppe, 28. Längsschnitt von 27.

Fig. 29—30. *Cupressus Lawsoniana* Murr.; 29. Längsschnitt durch die weibliche Blüthe (Vergr. 6), 30. desgleichen durch den untern Theil der halbreifen Frucht (Vergr. 4).

Fig. 31—34. *Cupressus sempervirens* L.; 31. reifes Fruchtblatt im Längsschnitt (Vergr. 2), 32—31. Querschnitte durch dasselbe.

Fig. 35—38. *Microcachrys tetragona* Hook. f.; 35. reifer Zapfen, noch nicht ganz 2mal vergr.; 36. einzelnes Fruchtblatt daraus, 37. dasselbe im Längsschnitt, 38. im Querschnitt; *a.* Arillus.

Fig. 39—41. *Dacrydium cupressinum* Sol.; 39. weiblicher Blüthenzweig (Vergr. 3), 40. die Blüthe besonders, 41. Gipfel von 39 im Längsschnitt; *c* Fruchtblatt, *a.* Arillus. Nach Herbarmaterial.

Fig. 42. *Dacrydium Colensoi* Hook., Fruchtblatt mit dem Ovulum im Längsschnitt, *a.* Arillus. Nach Hooker *Icones plant.* tab. 548.

Fig. 43—47. *Podocarpus dacrydioides* A. Rich.; 43 weibl. Blüthenzweig (Vergr. 5); 44. Blüthe im Längsschnitt; 45—47. Querschnitte durch die Blüthe in der Höhe der beigesetzten Zeichen.

Fig. 48—52. *Podocarpus macrophylla* Don; 48. weibl. Blüthe mit 2 Eichen (Vergr. 5), 49. eine andere mit nur 1 Eichen im Längsschnitt; 50—52. Querschnitte zu 49.

Fig. 53—55. *Phyllocladus glaucus* Carr.; 53. weiblicher Blüthenzweig in natürlicher Grösse; 54. Längsschnitt durch eine einzelne Blüthe (Vergr. 6), 55. Querschnitt derselben, in ca. ½ Höhe.

Fig. 56—60. *Gingko biloba* L.; 56. Frucht, etwas unter Naturgrösse; 57—59. Querschnitte durch den Fruchtstiel, bei 57 auch der des Tragblattes *bl.* hinzugefügt; 60. Längsschnitt durch das zurückgebliebene Ovulum rechts in Fig. 56.

Fig. 61, 62. *Torreya nucifera* Sieb. et Zucc.; 61. die 2blüthige Inflorescenz von oben, *b.* Deckblatt derselben, α, β. Deckblätter der einzelnen Blüthen, γ. ein drittes steriles Deckblatt (nach einer Handzeichnung von A. Braun); Fig. 63 Längsschnitt von 61, geführt durch die Blätter α, β; bei *a* der Arillus. (Nach Strasburger, *Conif. u. Gnetac.* tab. I Fig. 17.)

Fig. 63. *Taxus baccata* L., Längsschnitt durch den weibl. Blüthenspross, bei *s* die Spitze des Primansprösschens, bei *a* die Anlage des Arillus. Vergrösserung 10.

Hr. Schwendener legte folgende Abhandlung des Hrn. Dr. Max Westermaier vor:

Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Pflanzen.

Befriedigende Ergebnisse sowie Anregung zu weiteren Forschungen können aus vergleichend anatomischen Untersuchungen nur dann geschöpft werden, wenn letztere über die blosse Beschreibung hinausgehen.

Die beiden Richtungen, in welchen dies zu geschehen hat, sind vorgezeichnet, und zwar einerseits durch die Ziele der Gewebephysiologie, andrerseits durch das Streben nach Ermittelung der wahren Verwandtschaftsverhältnisse der Gewächse. Die Ausdehnung der vergleichend anatomischen Studien nach der ersteren Richtung beleuchtet die Wechselbeziehung zwischen Bau und Function; diese Seite der Forschung steht also im unmittelbaren Dienste der Gewebephysiologie. Je klarer aber das Licht, welches die Physiologie der Gewebe über die Pflanzenstructur verbreitet, um so durchsichtiger erscheinen diejenigen anatomischen Verhältnisse, auf die es bei Beurtheilung der Verwandtschaft der Gewächse ankommt. Die beiden Forschungsrichtungen stehen somit in einem nahen Zusammenhang.

Im Folgenden ist das Ergebniss zweier Untersuchungen mitgetheilt, die sich nach den beiden bezeichneten Richtungen hin bewegen. In der ersteren wird eine neuere Methode vergleichend anatomischer Betrachtung auf eine Pflanzenfamilie angewendet mit der Tendenz, den systematischen Werth eines physiologisch und anatomisch erkannten Structurverhältnisses zu zeigen; in der anderen Mittheilung wird der Versuch gemacht, eine ungewöhnliche anatomische Erscheinung physiologisch zu deuten.

I.

Die Ausbildung des mechanischen Gewebesystems als Familiencharakter.

Die Schwierigkeiten, die sich dem Versuch entgegenstellen, an der Hand der vergleichenden Anatomie grössere Verwandtschaftsgruppen innerhalb der höheren Pflanzen aufzustellen, sind unbedingt anzuerkennen; denn die vielbesprochene Frage nach dem Werth des anatomischen Baues bei Beurtheilung der wahren Verwandtschaft der Pflanzen ist schon bei kleinen Formenkreisen keiner erschöpfenden Beantwortung fähig, und noch weiter liegt die Möglichkeit entfernt, uns durch anatomische Studien einen systematischen Überblick über grosse Gebiete des Pflanzenreichs zu verschaffen.

Trotz der Schwierigkeiten, die der Verfolgung des angedeuteten Zieles im Wege stehen, halte ich doch dessen Erreichung für möglich, indem ich mich von der Idee leiten lasse, dass der innere Bau der Pflanzen ebenso gut wie derjenige der Thiere bei umsichtiger Beurtheilung zur Ermittelung der Verwandtschaftsverhältnisse benutzt werden kann. Wenn ich hiermit der Anschauung jener Forscher entgegentrete, welche es bereits für entschieden halten, dass den anatomischen Verhältnissen in verwandtschaftlicher Hinsicht ein hoher Werth nicht zukomme, so muss sich meine Aufmerksamkeit vor Allem auf eine Untersuchung richten, welche gegenwärtig als Stütze jener Anschauung gelten kann, nämlich auf die „Vergleichende Anatomie der Primulaceen" von Fr. Kamieński (Halle 1879). Das Ergebniss dieser mit Genauigkeit durchgeführten Untersuchung lautet nämlich kurz dahin, dass der anatomische Bau wenigstens für diesen engen Formenkreis die Verwandtschaft nicht zum Ausdruck bringe. Eigene Beobachtungen über diesen Gegenstand führten mich zu dem entgegengesetzten Resultat. Es ist nämlich möglich zu zeigen, dass die Glieder dieser Familie, von einem sichern Standpunkte aus betrachtet, einen gemeinsamen anatomischen Grundzug durchschimmern lassen. Da es von entscheidender Wichtigkeit ist, den Weg zu prüfen, der zu diesem Ergebniss führt, so folgt im Nachstehenden zuerst die Darlegung und Begründung meiner Untersuchungsmethode; hieran schliesst sich dann die Mittheilung des damit erzielten Resultats.

In manchen Fällen führt es zur Vertiefung unserer Erkenntniss, wenn wir die Consequenzen klar in's Auge fassen, die sich aus dem Unbekanntsein gewisser Verhältnisse ergeben. Jeder, der sich längere Zeit mit der Gewebelehre beschäftigt, wird alsbald zu dem Geständniss genöthigt, dass die nächstliegenden Fragen bezüglich verschiedener Gewebe, z. B. derjenigen Systeme, welche zur Leitung der Luft, des Wassers, der Kohlenhydrate und Eiweisssubstanzen dienen, unbeantwortet sind, dass uns, um es anders auszudrücken, das Verständniss dieser Gewebe nach Bau und Function mangelt. Sollte es nöthig sein, diese Behauptung zu begründen, so braucht beispielsweise nur daran erinnert zu werden, dass es noch nicht möglich ist, die behöften Poren der Gefässe und der Tracheïden physiologisch zu verstehen. Ferner ist die Bedeutung der Thatsache, dass die Epidermiszellen gewöhnlich farblosen Zellsaft führen, unbekannt. Ebenso verhält es sich mit anderen Eigenthümlichkeiten der Epidermiszellen; bekannt ist ja nur die Function der Cuticula. Man hat im Allgemeinen bloss nöthig, sich ungewohnte, factisch nie beobachtete anatomische Verhältnisse zu denken, dass z. B. ein Gefäss oder eine Tracheïde mitten im Phloëm auftrete, wie ja auch einzelne Bastzellen sich zwischen den Phloëm-Elementen befinden können, oder dass die behöften Poren der Tannenholzfasern durch einfache Poren ersetzt seien, — so fühlt man sofort, dass die Frage, warum diese Dinge thatsächlich nicht vorkommen, eine ungelöste und wohl noch für längere Zeit unlösbar ist, wie lückenhaft also unsere Kenntnisse in der Gewebephysiologie sind. Ganz anders verhält es sich mit dem mechanischen System. Warum die Bastzellen in einem Gramineenhalm oder Palmenstamm eine peripherische Lagerung zeigen, während dies in einem hängenden Blüthenstiel oder einer noch so stark gebauten Wurzel nicht der Fall ist, das steht auf's Unzweifelhafteste in Wechselbeziehung zur Function. Hätten wir diese Kenntniss des mechanischen Gewebesystems nicht, so könnten wir uns z. B. die Bastrippe eines Schachtelhalmes mit ihrer Spitze nach aussen gerichtet denken, ohne darin etwas Irrationelles zu finden, wie uns auch Gefässe mit unbehöften Poren u. dergl. als möglich erscheinen, so lange wir nicht wissen, warum sie in Wirklichkeit fehlen.

Es ist also gegenwärtig, wie schon öfters hervorgehoben wurde, aber immer wieder zu betonen ist, fast nur in das mechanische

ystem ein klarer Einblick möglich. Solche Gewebesysteme hinegen, welche uns nicht nach beiden Seiten hin, nämlich sowohl ach dem Bau als nach ihrer Function, bekannt sind, lassen sich chlechterdings nicht mit der nöthigen Sicherheit, d. h. nicht ohne ie Gefahr, grobe Irrthümer zu begehen, im systematischen Sinne ergleichend anatomisch verwerthen. Es ist leicht einzusehen, dass iese Gefahr darin besteht, dass man in Folge der fehlenden Kenntiss der Function Unvergleichbares vergleicht. Ich habe allen Grund zu der Behauptung, dass in der oben genannten vergleichend natomischen Bearbeitung der Primulaceen, deren Resultat Manche als wenigstens für diese Pflanzengruppe abschliessend betrachten, diese Gefahr nicht gehörig beachtet wurde.

Die wichtigste Voraussetzung für eine erfolgreiche vergleichend natomische Behandlung einer Pflanzengruppe für Zwecke der Systematik liegt darin, dass der betreffende Forscher nur auf dem bekannten Gebiete der Gewebelehre, nicht aber auf dem unbekannten, festen Fuss fasse, um von einer sichern Basis aus den Vergleich durchzuführen. Da nun zu diesem bekannten Gebiete in erster Linie das mechanische Gewebesystem gehört, so müssen die auf dasselbe bezüglichen Merkmale besonders wichtig erscheinen, und ferner sind aus dem naheliegenden Grunde, weil uns andere Gewebesysteme und verschiedene andere anatomische Verhältnisse nicht ebenso durchsichtig vor Augen liegen, zur Zeit alle jene weniger erforschten anatomischen Merkmale für den vergleichenden Beobachter nicht viel werth; denn ihm ist vor Allem wichtig zu wissen, dass er vergleichbare Structurverhältnisse vor sich hat.

Zu demselben Schluss führt auch folgende Erwägung. Angenommen, die oberirdischen und aufrechten Stammorgane unzweifelhaft zusammengehöriger Pflanzen stimmen in ihrem anatomischen Bau im Wesentlichen überein bis auf einen Punkt; ein Glied dieser Gruppe sei nämlich eine wasserliebende Pflanze; sie zeige das bekannte anatomische Merkmal solcher Gewächse, grosse intercellulare Lufträume im Grundgewebe; im übrigen inneren Bau aber stimme sie mit den anderen Gliedern dieser Gruppe überein. Dann wäre selbstverständlich der Schluss ein irrthümlicher, dass der anatomische Charakter für die Beurtheilung der wahren Verwandtschaft in dieser Familie werthlos sei, weil unzweifelhafte Verwandte eine so verschiedene Structur des Grundgewebes besitzen. Diese Schluss-

folgerung wäre ebenso unstatthaft, wie wenn man aus dem total verschiedenen inneren Bau des oberirdischen aufrechten und des unterirdischen Stammes einer und derselben Pflanze die Werthlosigkeit der anatomischen Merkmale ableiten wollte. Es steht nämlich einerseits unzweifelhaft fest, dass wasserliebende Gewächse ausnahmslos grösserer Lufträume bedürfen als gewöhnliche Landpflanzen, und andererseits ist klar gestellt, dass die Anpassung eines oberirdischen aufrechten Stammes den an ihn gestellten mechanischen Ansprüchen gegenüber eine wesentlich andere sein muss als diejenige des unterirdischen Stammtheiles; zudem besitzt man eine genaue anatomische und physiologische Kenntniss des mechanischen Gewebesystems.

Aus diesen Gründen beurtheilen wir solche anatomische Verschiedenheiten keineswegs so, dass dadurch die Verwerthbarkeit anatomischer Merkmale in Frage gestellt wäre. Es ist also einzig und allein die Kenntniss gewisser anatomisch-physiologischer Beziehungen, welche es ermöglicht, durch solche Structurverschiedenheiten bei der anatomischen Vergleichung der betreffenden Pflanzen sich nicht irre führen zu lassen.

Ganz anders aber verhält es sich, sobald uns unverstandene Dinge, d. h. der Function nach dunkle anatomische Verhältnisse, zur vergleichenden Betrachtung vorliegen. Hierzu gehören unter Anderem: Bau und Vorkommen einer Schutzscheide, die gegenseitige Orientirung der Xylem- und Phloëm-Elemente, das Fehlen oder Auftreten des Dickenwachsthums der Wurzel, endlich zum Theil auch die Anordnung der Leitbündel in rhizomartigen Stammorganen und wirklichen Rhizomen.

Was den ersten Punkt betrifft, so möge man sich den Fall vergegenwärtigen, dass der Bau und das Auftreten einer Schutzscheide nach einiger Zeit in befriedigender Weise physiologisch gedeutet und verstanden seien. Dann erst lässt sich entscheiden, welchen Werth diesbezügliche Structurverschiedenheiten als anatomische Merkmale bei der Vergleichung besitzen. Erweisen sich nämlich diese Erscheinungen als in engster Beziehung stehend zu bestimmten Lebensverhältnissen, dann spielen sie bei dem anatomischen Vergleich dieselbe Rolle, wie die intercellularen Lufträume der wasserliebenden Gewächse und begründen für sich allein keinen Unterschied, welcher den Grad der Verwandtschaft herabdrückt.

Ferner ist es bis heute noch nicht gelungen, über die gegenseitige Orientirung der Phloëm- und Xylem-Elemente durchschlagende physiologische Gesichtspunkte aufzustellen. Ebenso wenig Bestimmtes lässt sich über eine Beziehung des Dickenwachsthums der Wurzeln zur Lebensweise der betreffenden Pflanze äussern.

Es erscheint nun schlechterdings als eine Forderung einer vorsichtigen Forschung, die Meinung aufzugeben, als könne man auf unbekannter Basis ebenso festen Fuss fassen als auf bekannter; es ist vielmehr dem Erkannten und Festgestellten das Hauptgewicht bei vergleichenden Untersuchungen beizulegen oder doch wenigstens die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Gehen wir über zu der verschiedenen Anordnung der Leitbündel in rhizomartigen Stammorganen und ächten Rhizomen, so ist zu beachten, dass wir uns hier nicht mehr in derselben gänzlichen Unwissenheit befinden, wie in den eben angeführten Punkten, wir nähern uns vielmehr dem bekannten Gebiet.

Sobald nämlich die Anforderung auf Biegungsfestigkeit entschieden zurücktritt, ohne dass eine ausgesprochene Beanspruchung auf Zug vorliegt, nehmen die Leitbündel eine wohl vorzugsweise nach ernährungsphysiologischen Rücksichten zweckdienliche Stellung ein. Ein gänzliches Aufhören der Ansprüche auf Biegungsfestigkeit ohne hinzutretende Anpassungen auf Zug scheint nur ziemlich selten vorzukommen; auch liegen diejenigen Lebensverhältnisse, welche eine gewisse Zugfestigkeit fordern, oft nicht klar vor unseren Augen; das Eine jedoch wissen wir rücksichtlich dieser Wechselbeziehung zwischen Bau und Function: die centripetale Tendenz der mechanischen Elemente sammt den sich anlehnenden Leitbündeln sowie die begleitenden Erscheinungen eines gänzlichen Verschwindens oder einer Verkleinerung des Markes sind ein in zahlreichen Fällen beobachtetes anatomisches Merkmal unterirdischer oder liegender Stammtheile. Wie wenig überflüssig es ist, an diese durch Schwendener aufgeklärten Verhältnisse zu erinnern, ersehe ich deutlich aus Kamieński's genannter Arbeit. Es handelt sich nämlich betreffs unseres Wissens über die Herrschaft des mechanischen Princips im Bau der Pflanzenorgane nicht bloss um eine wahrscheinlich gemachte Theorie über die Function gewisser dickwandiger Zellen, sondern vielmehr um ein die Grundzüge des ganzen anatomischen Baues umfassendes Gesetz, dessen allgemeine

Geltung durch unzählige Erscheinungen dargethan ist. Wiederholte Bezugnahme auf das Schwendener'sche Werk beweisen zwar auch die Bekanntschaft Kamieński's mit der Lehre von der Function der mechanischen Zellen im Allgemeinen. Die Überzeugung von der grossen Tragweite jenes Gesetzes bricht sich jedoch nur allmälig Bahn; sie verbreitet sich langsamer als die Kenntniss einiger Einzelheiten, welche mit demselben zusammenhängen.

Fällt man nach dem Gesagten und auf Grund unserer jetzigen physiologisch-anatomischen Kenntnisse ein Urtheil über die von Kamieński verfolgte Methode vergleichend anatomischer Betrachtung, so lautet dasselbe dahin, dass der Verzicht auf die Combination der Physiologie mit der Anatomie dem Autor die Möglichkeit geraubt hat, aus dem unmittelbaren mikroskopischen Ergebniss sichere weitergehende Schlüsse zu ziehen. Wenn ein Forscher einzig und allein im Hinblick auf das an morphologisch gleichwerthigen Organen beobachtete anatomische Verhalten vergleichend vorgeht, darf er nicht weiter gehen, als zur Registrirung des Gesehenen; sobald er sich auf weitere Schlüsse einlässt, geräth er in Folge der einseitig anatomischen Betrachtungsweise in Unsicherheit und kann sich vor grossen Irrthümern kaum bewahren. Denn das morphologisch Gleichwerthige ist absolut nicht immer schlechthin anatomisch vergleichbar. Stützwurzeln lassen sich z. B. nicht ohne Weiteres mit gewöhnlichen unterirdischen Wurzeln anatomisch vergleichen, rankende Zweige ebenso wenig mit aufrechten. Auf die im Vorstehenden angedeutete Weise ist es erklärlich, dass Kamieński fünf Typen des Stengelbaues bei den Primulacen zu erkennen glaubt.

Von entscheidender Bedeutung ist mit Beziehung auf den ersten jener fünf Typen, dass bei dem Repräsentanten desselben, *Primula sinensis*, ein namhaftes Stück desjenigen Stammtheils, welcher unter der Blattrosette sich befindet, oberirdisch und aufrecht ist. Dieses ist aber nicht der Fall bei den Vertretern des zweiten, dritten und vierten Typus (*Primula Auricula, elatior, farinosa*). Die Rhizome dieser drei letzteren Pflanzen sind unterirdisch und zeigen dementsprechend andere Bauverhältnisse, *Primula Auricula* nämlich über den ganzen Querschnitt zerstreute Bündel, die beiden letzteren Arten Annäherung der Gefässbündel gegen das Centrum. Wenn sich hiernach Typus 2, 3 und 4 von Typus 1 physiologisch dadurch

unterscheiden, dass bei 1 die Forderung einer gewissen Biegungsfestigkeit vorliegt, bei 2, 3 und 4 aber nicht, so erscheint es naturgemäss, dass Typus 1 sich auch anatomisch von den drei genannten unterscheidet. Der mechanisch wirksame Gefässbündelcylinder liegt nämlich bei *Primula sinensis* ganz an der Peripherie jenes oberirdischen Stammorgans. Weil nun aber dieser anatomische Unterschied seinen physiologischen Hintergrund erkennen lässt, können hierauf absolut nicht systematische Typen gegründet werden.

Was das Verhältniss der Typen 2, 3 und 4 zu einander betrifft, so muss vor Allem darauf hingewiesen werden, dass *Primula Auricula* eine Gebirgsform ist, und dass *Pr. farinosa* in ihrer Verbreitung den alpinen Formen näher steht als *Primula elatior*; die Anordnung der Gefässbündel bei *Pr. farinosa* nähert sich aber derjenigen von *Pr. Auricula*. In Anbetracht des ferneren Umstandes, dass nach Kamieński's eigenen Untersuchungen „an den Bautypus der *Pr. Auricula* sich verschiedene meist ächte Gebirgsprimeln anschliessen", ist man zu der Annahme nicht bloss berechtigt, sondern gedrängt, dass in diesem Fall (*Pr. Auricula*) Standort und anatomischer Bau in einer zur Zeit noch nicht näher definirbaren Wechselbeziehung stehen.

Naheliegend dagegen ist es, den Wasserpflanzentypus der *Hottonia palustris* anatomisch-physiologisch aufzufassen. Trotzdem bildet *Hottonia palustris* bei Kamieński einen besonderen (den fünften) Typus im Stengelbau. Dass der innere Bau des normal untergetauchten Stammtheiles dieser Pflanze eine Übereinstimmung mit der Structur typischer Wasserpflanzen zeigt, lässt sich wohl nicht als eine auffällige Erscheinung bezeichnen; da es nun bei den übrigen Primulaceen keine Organe giebt, die mit diesem normal untergetauchten Organ physiologisch gleichwerthig, also anatomisch vergleichbar sind, so wird der vergleichende Beobachter mit aller Dringlichkeit auf den Bau des in die Luft ragenden, aufrechten Blüthenschaftes hingelenkt. Findet sich, wie das wirklich der Fall ist, bei letzterem Organe Übereinstimmung mit den physiologisch gleichwerthigen Organen der übrigen Familienmitglieder, dann steht die *Hottonia palustris* als Wasserpflanzenform der Primulaceen vor uns, nicht aber als ein isolirter Typus, der mit den Primulaceen in gar keinem Zusammenhang steht.

Es ist nun nicht zu läugnen und es geht dies aus dem Vor-

stehenden unmittelbar hervor, dass die von mir befolgte Methode vergleichend anatomischer Studien ihre Eigenthümlichkeit und zugleich ihre grösste Schwierigkeit in dem Umstande hat, dass wir in der physiologisch-anatomischen Gewebelehre zur Zeit noch ausserordentlich wenig feste Punkte haben, auf welche wir fussen können. Allein wären es auch noch so wenige, sicher ist, dass ein Operiren mit bekannten Hülfsmitteln eher zu einer klaren Einsicht in die Verwandtschaftsverhältnisse der Pflanzen führen wird, als die Hereinziehung unverstandener Structurverhältnisse.

Es giebt kaum eine einfachere Function für ein Pflanzenorgan, als aufrecht zu stehen. Wir kennen nun die Anatomie und die physiologische Bedeutung des mechanischen Systems und sehen in Folge dessen klar, in welcher Weise dasselbe zur Leistung dieser einfachen Function in den einzelnen Fällen herangezogen wird. Es handelt sich also um die Frage, ob in der Art, wie dieser Function genügt wird, wenn sie überhaupt zur Geltung kommt, ein einheitlicher anatomischer Grundzug (innerhalb der Primulaceen) zu erkennen ist.

Ein sehr einfacher und zugleich ein im Bereich der Monocotylen ausserordentlich häufiger Typus einer biegungsfesten Construction ist der Bastring. Die Untersuchung der Primulaceen zeigt nun, dass das Vorkommen eines Bastringes mit innenseitig angelegten Mestombündeln in den vergleichbaren Organen der Glieder dieser Familie als ein anatomischer **Familiencharakter** zu bezeichnen ist.

Die nachstehende Tabelle mit den angeschlossenen Bemerkungen dient zur Begründung dieser Behauptung.

I.	II.
Organe mit unbedingten Ansprüchen auf Biegungsfestigkeit.	Organe mit irgendwie modificirten Ansprüchen auf Biegungsfestigkeit.
a) mit Bastring.	*a*) mit Bastring.
Blüthenstiel von *Asterolinum stellatum, Cortusa Matthioli.*	Blüthenstiel von *Lysimachia nemorum, Anagallis arvensis, caerulea.*
Blüthenschaft der untersuchten *Primula*- und *Androsace*-Arten, von *Dodecatheon* spec., *Hottonia palustris, Soldanella montana, Bryocarpum paradoxum, Cortusa Matthioli.*	Blüthenschaft von *Soldanella alpina.*
Laubachse von *Trientalis europaea, Lysimachia vulgaris, ciliata, punctata, thyrsiflora, Samolus Valerandi, Coris monspeliensis.*	Laubachse von *Glaux maritima, Centunculus minimus.*
b) ohne Bastring.	*b*) ohne Bastring.
Keine Beispiele bekannt.	Blüthenstiel von *Lys. Nummularia.* Blüthenschaft von *Cyclamen europaeum.* Laubachse von *Gregoria Vitaliana, Lysimachia Nummularia, nemorum, Anagallis arvensis, caerulea, Dionysia revoluta, Asterolinum stellatum.*

In der vorstehenden Tabelle sind alle bekannten Gattungen der Primulaceen durch mindestens eine Art vertreten. Die unter I*a* aufgeführten, immer aufrechten Organe repräsentiren allein alle Untergruppen der Primulaceen, nämlich die Androsaceen, Lysimachieen, Anagallideen, Hottonieen, Samoleen. Allen in der Rubrik I genannten Organen kommt der Bastring zu; er tritt aber auch in einer Reihe von Organen auf, bei welchen die Anforderungen der Biegungsfestigkeit zurücktreten oder irgendwie modificirt sind (II*a*).

Die folgenden Bemerkungen beziehen sich besonders auf die unter II*a* und II*b* stehenden Organe.

Der Blüthenschaft von *Cyclamen europaeum* (Fig. 4) besitzt keinen Bastring, sondern ist nur mit einem sehr schwach entwickelten subepidermalen Collenchymring ausgerüstet; die Leitbündel liegen sehr nahe am Centrum des Organquerschnitts. Das Fehlen des Bastringes in diesem Fall ist jedoch einer physiologischen Deutung wohl fähig. Es ist nämlich eine bekannte biologische Eigenthümlichkeit des Blüthenschaftes von *Cyclamen*, dass derselbe sich gegen die Zeit der Fruchtreife hin schraubenlinig einrollt. Wie dieser Vorgang sich vollzieht, ist eine Frage für sich; das Eine nur ist an diesem Ort hervorzuheben, dass die erwähnte Eigenthümlichkeit in deutlicher Wechselbeziehung zu dem Fehlen eines entwickelten biegungsfesten Systems steht. Denn ein normaler Bastring wäre mit diesem mechanischen Vorgang der Einrollung schlecht vereinbar. Ähnliche, wenn auch nicht ganz übereinstimmende Fälle sind bereits von Schwendener (Mechan. Princ. S. 96) angeführt worden. Gewisse Amaryllideen-Schäfte senken sich nämlich nach dem Abblühen auf die Erde und reifen so ihre Früchte; diese Organe besitzen keine typisch mechanischen Zellen.

Bei Untersuchungen nach Art der vorliegenden stösst man selbstverständlich auf verschiedene Abstufungen einer bestimmten Erscheinung. Besonders instructiv ist in dieser Hinsicht *Glaux maritima*. Stark entwickelte Formen dieser Pflanze zeigen einen deutlich erkennbaren Bastring, z. B. ein Exemplar vom Strand der Ostsee; dagegen ein solches aus dem Tübinger Botanischen Garten besass dieses Merkmal nicht. Bei ersteren umschliesst übrigens der mechanische Ring eng die central gelagerten Mestombündel, ist also weit entfernt von der in aufrechten Stämmen gebotenen

peripherischen Lagerung (Fig. 1); die Pflanze ist ja bekanntlich „aufstrebend oder niederliegend".

In sehr ausgesprochener Weise prägt sich das Zurücktreten der Biegungsfestigkeitsansprüche auch im Stammbau von *Centunculus minimus* aus, indem der Bastring stark contrahirt ist. Bei *Lysimachia Nummularia*, *Lysimachia nemorum*, *Anagallis arvensis*, *Anagallis caerulea*, deren Laubstämme in höherem oder geringerem Grade ebenfalls „niedergestreckt" sind, ist ein Bastring in den Laubachsen nicht vorhanden, derselbe findet sich aber in den anfangs aufrechten, bei der Fruchtreife zurückgebogenen Blüthen- resp. Fruchtstielen der drei letztgenannten Arten. In den Laubachsen der vier in Rede stehenden Pflanzen fungiren als mechanisches System interfasciculare Libriformpartieen, welche die Mestombündel seitlich verbinden. Während nun bei *Lys. nemorum* und den beiden *Anagallis*-Arten der so gebildete feste Ring eine Contraction nicht oder kaum erkennen lässt (Fig. 6), besitzt der Holzring bei *Lys. Nummularia* einen ausserordentlich kleinen Durchmesser (ungefähr $\frac{1}{3}$ des Organdurchmessers). Eine mässige Contraction zeigt auch der Bastring in den Fruchtstielen von *Lysimachia nemorum* und *Anagallis arvensis* (Fig. 7). Bei dem gleichfalls unter II *a* aufgeführten Blüthenschaft von *Soldanella alpina* ist eine Annäherung des (collenchymatischen) Bastringes gegen die Axe des Organs unverkennbar (Fig. 8), während diese Erscheinung bei einer grösseren Form dieser Gattung, nämlich bei *Sold. montana* (I *a* in der Tabelle) nicht oder jedenfalls nur in geringem Maasse zu beobachten war.

Die Beschaffenheit des Standortes von *Soldanella alpina* ist nun eine derartige, dass eine Modification, resp. ein Zurücktreten der Ansprüche auf Biegungsfestigkeit wohl daraus folgen kann. Die Kenner der alpinen Flora wissen gerade von dieser Pflanze als Eigenthümlichkeit hervorzuheben, dass jedes Individuum ganz gewöhnlich an einer schneefreien aber von Schnee dicht begrenzten Bodenstelle steht und nur mit dem obersten Theil des Schaftes aus dem umgebenden Schneewall hervorragt. Der Schaft dieser Pflanze erfährt somit durch seine Umgebung einen Schutz vor den Angriffen des Windes. Bei der eben gegebenen Deutung ging ich von der einer Begründung allerdings noch bedürftigen Annahme aus, dass sich die Anpassung des anatomischen Baues eines Organs an einen geschützten Standort in derselben Weise äussert, wie wir es bei dem Zurücktreten der Biegungsfestigkeitsansprüche

bei aufsteigenden Organen bereits kennen. Die Blüthenschäfte verschiedener Exemplare von *Cortusa Matthioli* zeigen in Beziehung auf die Ausbildung des mechanischen Ringes Differenzen anderer Art, auf die ich indess hier nicht näher eingehen will.

Von den unter I*a* näher bezeichneten Laubachsen können *Trientalis europaea* einerseits und *Coris monspeliensis* andererseits als extreme Glieder einer Reihe aufgefasst werden. *Trientalis* zeigt nämlich, wie die in der Tabelle vorausgehenden Blüthenschäfte einen einfachen Bastring; bei den grossen Lysimachien und bei *Samolus Valerandi* begegnet man innerhalb des Bastringes einem mit demselben in der Radialrichtung stellenweise verschmolzenen Holzring. *Coris monspeliensis* besitzt dagegen nur im obersten Stammtheil, nämlich in der Ährenspindel, einen fast[1]) continuirlichen Bastring, der aber aus höchstens 3 Zelllagen besteht. In den unteren Stammtheilen, in welchen erhebliches Dickenwachsthum stattfindet, erscheint der Bastring in seine Elemente aufgelöst. Die in Rede stehende Pflanze wie die unter II*b* stehende *Dionysia revoluta* haben sitzende Blüthen. Bei letzterer fehlt der Bastring ganz; nur ein Holzring (ohne Markstrahlen), welcher ein kleines Markgewebe umschliesst, ist vorhanden. Anlass, die Laubachse dieser Pflanze in der Rubrik II aufzuführen, gab die Diagnose von Fenzl, welcher die Gattung aufstellte (Flora 1843, S. 391). Genannter Autor bezeichnet die ihm vorliegende *Dionysia odora* als fruticulus humifusus, sowie als eine durch ihre strauchartige Rasenbildung besonders ausgezeichnete Pflanze. Rasen- und Polsterbildung findet sich auch bei Bentham und Hooker (Genera plantarum) als Charakter der Gattung angegeben. Bilden aber niedrige Pflanzen Rasen und Polster, dann kann von unbedingter Anforderung an die Biegungsfestigkeit jener Organe, welche den Rasen oder das Polster zusammensetzen, im Allgemeinen nicht die Rede sein.

Bei *Asterolinum stellatum* findet sich ein Bastring, wie aus I*a* und II*b* ersichtlich, im Blüthenstiel, nicht aber im Laubstämmchen. Die aufrechte Stellung des Stämmchens, dessen Bau an denjenigen von *Anagallis arvensis* erinnert, ist nämlich in dieser Gattung, welche bloss 3—4 Arten zählt, nichts Charakteristisches. Bentham und Hooker bezeichnen jene Pflanzen in der Gattungsdia-

[1]) Unterbrechungen des Bastringes finden sich übrigens auch in den älteren Stammtheilen von *Lysimachia vulgaris*.

gnose als herbae pusillae erectae vel diffusae. Was *Gregoria Vitaliana* betrifft, so bietet dieses Pflänzchen mit sitzenden Blüthen und niedergestrecktem Stamm keine Gelegenheit, eine mechanische Ausrüstung unbedingt auf Biegung beanspruchter Organe an seinem Körper erkennen zu lassen. Von einem schwachen subepidermalen Ring dickwandiger Zellen springen nach innen stärkere Rippen vor, an welch letztere die Gefässbündel angrenzen.

Der Bastring erhält sich, wie aus dem Angeführten zu entnehmen ist, sowohl in den Fällen entschiedener Ansprüche (Rubrik I), als in einigen Fällen geringerer Inanspruchnahme auf Biegungsfestigkeit (II*a*). In manchen vegetativen Organen, welche in irgend einer Weise von der allzeit freien und aufrechten Stellung sich entfernen, fehlt er zwar, kommt aber bei den meisten dieser Pflanzen dem Axenorgan der reproductiven Sphäre, dem Blüthenstiel, zu.

Schliesslich muss noch bemerkt werden, dass, falls ein Holzring zur Entwickelung kommt, derselbe nie von Markstrahlen durchzogen ist.

Inhalt und Tendenz vorstehender Mittheilung fasse ich im Folgenden zusammen.

Vergleichend anatomische Untersuchungen, welche zum Zwecke tieferer Einsicht in die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb kleinerer Pflanzengruppen angestellt werden, führen zu wesentlich verschiedenen Resultaten, je nachdem man hierbei auf den bekannten physiologischen Theil der Gewebelehre Rücksicht nimmt oder denselben ignorirt. In letzterem Fall ist das Resultat entweder falsch oder unsicher, weil bei der Nebeneinanderstellung anatomischer Structuren, welche physiologisch dunkel sind, die Gefahr unvermeidlich ist, Unvergleichbares in Vergleich zu ziehen, während hingegen die scharfe Trennung der physiologisch verständlichen anatomischen Merkmale von den nichtverstandenen und die Benutzung ersterer es gestatten, der Grundbedingung eines rationellen Vergleiches nachzukommen, die eben nur die Vergleichung von Vergleichbarem zulässt. Die nach letzterer Methode durchgeführte Untersuchung der Primulaceen führte zum Ergebniss, dass in dem Vorhandensein eines Bastringes ein anatomischer Familiencharakter zu erblicken ist.

Der Grad des Erfolges, der anatomischen Studien in obiger Richtung in Aussicht zu stellen ist, hängt auf's Innigste mit dem Stand der Gewebephysiologie zusammen; je grösser die Zahl der

nach Bau und Function durchforschten Gewebesysteme, desto sicherer sind die aus solchen Vergleichen gezogenen Folgerungen, desto umfassender gestalten sich die Schlüsse auf die wahre Verwandtschaft der Gewächse.

II.

Ein „abnormer" Dicotylentypus.

Sogenannte Anomalien im anatomischen Bau mit physiologischen Momenten in Beziehung zu setzen, nämlich zu zeigen, dass das abnorm Erscheinende ebenso wie das als normal Bezeichnete in nachweisbarer Beziehung zu einer bestimmten Lebensfunction steht, das ist einer jener Punkte, mit welchen sich die vergleichende Anatomie eingehend beschäftigen muss. Eine hierher gehörige Structureigenthümlichkeit im Stamm einer Anzahl von Campanula-Arten[1]) habe ich zum Gegenstand einer Untersuchung gemacht, deren Ergebniss im Nachstehenden mitgetheilt ist.

Eine Gruppe von *Campanula*-Arten zeigt normalen Stammbau, d. h. den gewöhnlichen Gefässbündelring mit Phloëm auf der Aussenseite, Xylem auf der Innenseite des Stammes. Eine zweite Gruppe von Arten besitzt im Markgewebe Phloëmbündel, welche in manchen Fällen reichlich mit Xylem versehen sind, in anderen Fällen wenig oder gar keine Xylem-Elemente als Begleiter haben. Die inneren Bündel, seien es Xylem- mit Phloëmmassen oder letztere allein, sind nicht unregelmässig im Markgewebe zerstreut, sie bilden vielmehr an der Peripherie des Markes eine bald mehr, bald weniger continuirliche Ringlage; zuweilen sind innerhalb dieser Ringlage auch noch einige Bündel vorhanden. Wenn den inneren Strängen Xylem-Elemente in beträchtlicher Menge zukommen, sind dies zum geringsten Theil poröse Gefässe, zum grössten Theil dickwandige Tracheïden oder auch Libriform. Ring- und Spiralgefässe findet man in den inneren Bündeln nicht, letztere entstehen also jedenfalls erst nach Abschluss des Längenwachsthums im Stamme.

Der Unterschied zwischen dieser anatomischen Erscheinung und dem bei einer Gruppe der Begoniaceen schon länger bekann-

---

[1]) De Bary erwähnt die Erscheinung kurz S. 449 der „Vergleichenden Anatomie".

ten Vorkommen innerer Bündel liegt darin, dass bei den betreffenden *Campanula*-Arten die markständigen Bündel fast ausschliesslich an der Peripherie des Markes liegen, und dass, falls auch zugehörige Xylemmassen vorhanden, diese letzteren vorzugsweise nach aussen (im Stamm) gekehrt sind. Bei den betreffenden Begoniaceen dagegen ist die Orientirung der Strangelemente in den Markbündeln eine unregelmässige und auch die Lage der Stränge im Mark keineswegs normal eine peripherische. Im gegebenen Falle liegt somit schon nach dem unmittelbaren mikroskopischen Befund kein Analogon des Begoniaceen-Falles vor. Entsprechend diesem äusseren Unterschiede zwischen beiden „Abnormitäten" stellt sich nun, wie ich zu zeigen versuchen werde, auch eine Differenz in physiologischer Hinsicht heraus.

Zwei Momente ziehe ich zur physiologischen Deutung der erwähnten Structureigenthümlichkeit gewisser *Campanula*-Arten heran: ein mechanisches und ein ernährungsphysiologisches. Durch Bildung von Xylem-Platten und -Strängen an der Innenseite des normalen Holzringes oder durch Herstellung einer ziemlich continuirlichen Ringlage mechanischer Xylem-Elemente ebendaselbst gewinnt der normale Holzcylinder eine Verstärkung; anderseits wird dem in gewissen (näher zu besprechenden) Fällen erhöhten Leitungsbedürfniss durch innere Phloëmstränge Rechnung getragen. Bringt man die abnormen *Campanula*-Arten in eine Reihe, so steht an dem einen Ende als exquisites Beispiel für das Hervortreten des mechanischen Momentes *Campanula glomerata* L., während anderseits *Campanula multiflora* W. et Kit. mit xylem-freien oder mindestens xylem-armen Phloëmbündeln die ernährungsphysiologische Seite der Anomalie hervorkehrt. Zwischen diesen beiden Extremen liegen die anderen Fälle, im Allgemeinen charakterisirt durch Entwicklung mässiger Xylemparthieen an der Aussenseite innerer Phloëmstränge.

Als erste Thatsache zum Belege dafür, dass es sich bei jenen *Campanula*-Arten, welchen inneres Xylem in einigermaassen beträchtlichem Grade zukommt, wirklich um Verstärkung des mechanischen Systems handelt, weise ich auf die Lage der inneren, stark entwickelten Xylemstränge hin, welche sie mit Rücksicht auf gewisse Stellen des äusseren Holzringes einnehmen. Die inneren Xylemparthieen, welche bei *Campanula glomerata* und *C. bononiensis* nicht einen continuirlichen Ring bilden, sondern sammt dem zuge-

hörigen Leptom getrennte peripherische Complexe darstellen, stehen nicht an beliebigen Punkten der Markperipherie, sondern an denjenigen, an welchen der mechanisch wirksamste Theil des äusseren Holzringes die geringste Mächtigkeit hat. Eine genauere Betrachtung des Stammquerschnittes von *Campanula glomerata*, welcher in Fig. 2 dargestellt ist, ergiebt nämlich, dass der mechanisch wirksame Theil des äusseren Xylemcylinders nicht an allen Stellen des Umfangs die gleiche Wandstärke besitzt. Die Gefässmassen für sich nehmen in manchen Parthieen des Stengelumfangs etwa die halbe Wanddicke des äusseren Xylemringes ein, an andern Stellen dagegen nur ein Drittel derselben; an letzteren ist aber der mechanisch thätige Theil des Xylemcylinders entschieden mächtiger als an ersteren. Den Stellen der geringsten Wandstärke des äusseren Holzcylinders entsprechen nun die Orte der inneren Xylemparthieen, indem die inneren Xylemmassen mit diesen Stellen auf dem gleichen Radius stehen und so gewissermaassen als innere Gurtungen fungiren. Vergleicht man diese Sceletconfiguration mit derjenigen mancher monocotylen Pflanzen, in deren Bereich zusammengesetzte Träger sehr häufig vorkommen, so lässt sich z. B. der Halm von *Iuncus bufonius* neben den Stamm unserer Pflanze stellen. Dabei entsprechen die Stellen im Halm von *Iuncus bufonius* (vgl. Schwendener, Mech. Princ. Tafel VII, Fig. 4), an welchen durch Einlagerung eines Mestombündels in dem mechanischen Ringe dieser in eine äussere und innere Gurtung gespalten ist, den Punkten doppelter Xylembildung bei *Campanula glomerata*.

Bei *Campanula bononiensis* besitzen zwar nur wenige der vorhandenen inneren Bündel nennenswerthe Xylemmassen; die Gruppe derer aber, die damit ausgerüstet sind, liegt an derjenigen Stelle der Markperipherie, welche nach aussen von der schwächsten Xylemringstelle begrenzt ist.

Gleichfalls in Beziehung zu den Festigkeitsverhältnissen lässt sich der Bau von *Campanula pyramidalis* bringen. Hier ist nämlich ein fast continuirlicher, wenn auch dünner Ring von secundären Strängen (mit Leptom auf der Innenseite) vorhanden. Dass es sich in diesem Falle um directe Steigerung der Wandstärke handle, schloss ich daraus, dass die Wanddicke des äusseren Holzcylinders allein nur c. $\frac{1}{15}$ seines Durchmessers beträgt. Das Minimum der zulässigen Wanddicke wird von Schwendener (l. c.

S. 25) auf $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{8}$ des Durchmessers angeschlagen. Der äussere Holzring steht mit dem inneren durch schwach verdickte Grundgewebezellen in Verbindung. Das Innere des Stammes ist indess nicht hohl, sondern mit Markgewebe erfüllt, welcher Umstand es allerdings gestattet, dass die Wanddicke noch unter das angeführte Minimum herabsinke.

Vergleicht man ferner, um in der Begründung der oben gegebenen Deutung weiter zu gehen, die beiden Arten *Campanula Trachelium* und *Camp. persicifolia* (Fig. 9), so führt uns dieser Vergleich zur Heranziehung des zweiten in obiger Deutung enthaltenen Momentes, nämlich des ernährungsphysiologischen.

Campanula Trachelium hat innere Bündel mit Phloëm und Xylem. *Campanula persicifolia* besitzt diese Eigenthümlichkeit nicht. Zieht man jedoch nur die mechanisch wirksamen Elemente in Betracht, so kommt trotzdem den beiden Species ungefähr die gleiche Sceletgestaltung zu, nämlich ein Hohlcylinder mit nach innen vorspringenden Rippen. Bei *C. Trachelium* liegen nämlich die inneren Bündel sehr nahe an dem inneren Rande des normalen Holzringes. Während somit bei der eben genannten Art das Sceletsystem an den Vorsprüngen aus Theilen des normalen Holzringes und aus den Xylemparthieen der inneren Bündel zusammengesetzt ist, bestehen die entsprechenden Stellen bei *C. persicifolia* so zu sagen aus einem Stück, indem der allein vorhandene normale Xylemring mit seinen mechanischen Elementen gegen das Mark hin, und zwar mit einer Verbreiterung, vorspringt. *C. persicifolia* ist nun bekanntlich armblüthig und bedarf in verhältnissmässig geringem Maasse leitender Elemente, welche die nöthige Zufuhr von Stoffen nach oben vermitteln. Dem erhöhten Leitungsbedürfniss in der reichblüthigen Inflorescenz von *C. Trachelium* dagegen ist Rechnung getragen durch die inneren Leitbündel. Die Cambiumstränge, welchen die inneren Phloëmbündel ihre Entstehung verdanken, übernehmen hier zugleich die Herstellung der erwähnten inneren Bestandtheile des mechanischen Systems.

Werfen wir schliesslich noch einen Blick auf einen Fall, in welchem uns nur die ernährungsphysiologische Seite der „Anomalie“ entgegentritt. Einen solchen repräsentirt *Camp. multiflora* W. et Kit. Diese mit zahlreichen, in dichten Köpfchen stehenden Blüthen ausgestattete Form besitzt einen ziemlich entwickelten Holzring als mechanisches System des Stammes. Über den

Querschnitt des Markgewebes sind anderseits viele Bündel anscheinend unregelmässig zerstreut, welche fast nur aus zartwandigen Elementen (Leptom) bestehen. Von einer mechanischen Bedeutung der inneren Bündel kann also hier keine Rede sein. Die zahlreichen, dichtgedrängten Blüthen dagegen rechtfertigen die Annahme, dass ein gesteigertes Leitungsbedürfniss vorliegt, und diesem eben wird durch die inneren Bündel Rechnung getragen. Eine gewisse Ordnung in der Stellung der inneren Stränge ist übrigens auch hier nicht zu verkennen; sie bilden nämlich im Allgemeinen zwei concentrische Kreise; der äussere derselben liegt dem normalen Bündelring sehr nahe, während ein viel kleinerer das Innere des Markgewebes umschliesst. Dazu kommen noch einige zerstreute Bündel.

Hinsichtlich des Auftretens der besprochenen Erscheinung bei der Gattung *Campanula* ergab sich Folgendes. Innere Bündel beobachtete ich bei *Campanula glomerata, bononiensis, Cervicaria, calcitrapa, Trachelium, pyramidalis, interrupta, macrantha, ruthenica, rhomboïdea, multiflora* W. et Kit., *crispa, petraea, pendula.*

Keine inneren Bündel fanden sich bei *C. alata* Desf., *americana* L., *alpina* Jacq., *divergens* Willd., *punctata, involucrata* A. DC., *uniflora* L., *heterodoxon* Bongard, *medium, spicata, Steveni* Bieb., *stricta* L., *lingulata* Willd., *thyrsoïdea* L., *peregrina, Zoysii, tenuifolia, trachelioides, stenophylla, suaveolens, spathulata, sibirica, rotundifolia, rapunculoides, pusilla, persicifolia, patula, lobelioides, Lorey, ambigua, aurea, barbata, caespitosa, carpathica, coronopifolia, crenata, elongata, gummifera, incisa, Rapunculus.*

Überblickt man im Anschluss an das Gesagte die Verbreitung der in Rede stehenden „Anomalie" innerhalb der Gattung *Campanula*, so gestattet das Ergebniss meiner Untersuchung die Formulirung einer Regel, welche das Auftreten dieser Erscheinung beherrscht. Dieser Regel ist nachstehende Fassung zu geben.

Das Vorkommen innerer Stränge ist nie zu beobachten bei jenen Arten der Gattung *Campanula*, welche bei geringer Höhe entschieden armblüthig sind. Denjenigen Arten, welche die genannte anatomische Eigenthümlichkeit besitzen, kommt das Merkmal eines grösseren Blüthenreichthums, und zwar einander meist gruppenweise genäherter Blüthen zu, sowie ausserdem oft eine beträchtliche Höhe.

Zu dieser Regel ist in Beziehung auf das Merkmal der Reichblüthigkeit Folgendes zu bemerken. Die Ansammlung einer grösseren Anzahl kurzgestielter Blüthen an einem Punkt des Stengels, wie dies bei knäuel- und köpfchenartigen Inflorescenzen der Fall ist, bringt für die unterhalb dieser Blüthenhäufchen befindlichen Stammparthieen als nothwendige Folge mit sich, dass dieselben wegen der ungefähr gleichzeitigen Samenbildung reichlicher mit leitenden Elementen ausgestattet sind, als die Stammtheile einer Form, welche nur wenige Blüthen oder zahlreichere, aber auf grössere Abstände des Stammes vertheilt und nach einander reifende Blüthen besitzt.

Was die beträchtliche Höhe betrifft, so ist es nicht bloss eine Vorstellung, sondern eine Thatsache, dass die Ansprüche auf Biegungsfestigkeit mit zunehmender Stammhöhe steigen, Verstärkungen des Sceletsystems also angezeigt sind. In dieser Beziehung führe ich an, dass für *C. glomerata* und *C. Trachelium* eine Maximalhöhe von 3′, für *C. bononiensis* eine solche von 4′ angegeben wird (Ascherson, Flora der Prov. Brandenburg). Die beträchtliche Höhe der *Campanula pyramidalis* ist bekannt.

Das Auftreten der besprochenen Erscheinung lässt sich somit als einer jener Wege betrachten, welche zur Erreichung eines gewissen Reichthums einerseits an eiweissleitenden, anderseits an mechanischen Elementen führen. Sobald entschieden armblüthige und zugleich kleine Formen die Erscheinung zeigen würden, wäre die gegebene Deutung unbefriedigend; der Umstand aber, dass unter den reichblüthigen Arten manche vorkommen, welche auf dem gewöhnlichen Wege die ihnen nöthigen leitenden Elemente bilden, und dass ferner unter den Arten von beträchtlicher Höhe solche sind, welche auf normale Weise die erforderlichen Scelettheile entwickeln, bedingt weder eine Ausnahme von der im Obigen aufgestellten, die „Anomalie“ beherrschenden Regel, noch eine Änderung der in der Mittheilung vertretenen Auffassung.

Erklärung der Tafel.

Die mechanischen Zellcomplexe sind mit gelber Farbe bezeichnet; die Elemente des Xylems mit Ausschluss der mechanischen Elemente, nämlich die Gefässe und das Holzparenchym, sind dunkel gehalten, während das Leptom (Phloëm) nur mit zarten Linien umzogen ist.

Fig. 1. *Glaux maritima*, Querschnitt durch den Laubstamm. Die Peripherie des Organs ist bei *p* angedeutet. (Vergr. 70.)

Fig. 2. *Campanula glomerata*, Querschnitt durch den Stamm. (Vergr. 20.)

Fig. 3. *Lysimachia vulgaris*, Laubstamm im Querschnitt; Bast- und Holzring combinirt. (Vergr. 60.)

Fig. 4. *Cyclamen europaeum*, Querschnitt des Blüthenschaftes. (Vergr. 60.)

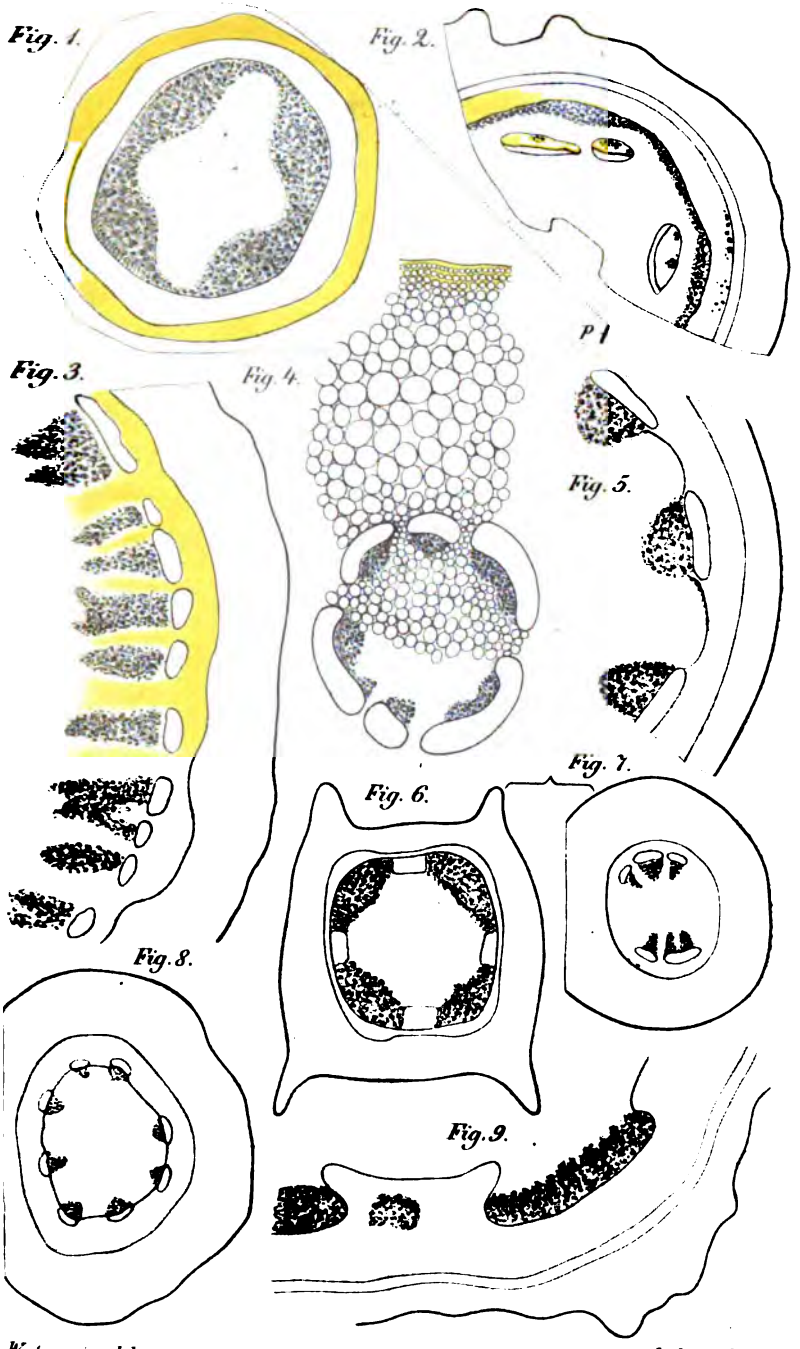
Fig. 5. *Androsace maxima*, Querschnitt des Blüthenschaftes. (Vergr. 60.)

Fig. 6. *Anagallis arvensis*, Querschnitt durch den Laubstamm. (Vergr. 20.)

Fig. 7. Dieselbe Pflanze, Querschnitt durch den Fruchtstiel. (Vergr. 60.)

Fig. 8. *Soldanella alpina*, Querschnitt des Blüthenschaftes. (Vergr. 20.)

Fig. 9. *Campanula persicifolia*, Stammquerschnitt. (Vergr. 60.)



Westermaier del.

Lith. von Laue.

Verzeichniss der im Monat November 1881 eingegangenen Schriften.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XVII. N. 19—20. Halle a. S. 1881. 4.

Sitzungs-Berichte der philos., philolog. und histor. Classe der k. b. Akademie der Wissenschaften zu München. Jahrg. 1881. Heft II. München 1881. 8.

Monumenta Germaniae historica. Scriptores. T. XIII. Hannoverae 1881. fol.

Legum Sectio II. Capitularium Regum Francorum ed. A. Boretius. T. I p. prior. Hannoverae 1881. 4.

Ephemeris epigraphica. Corporis inscriptionum Latinarum supplementum. Vol. IV. Fasc. 3. 4. Romae 1881. 8.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 16. Berlin 1881. 8.

Elektrotechnische Zeitschrift. Jahrg. II. 1881. Heft X, 2. October. XI. Nov. Berlin 1881. 4.

Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft. Jahrg. XVI. Heft 3. Leipzig 1881. 8.

Die Fortschritte der Physik dargestellt von der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin. Jahrg. XXXII. Berlin 1880. 8.

Ergebnisse der Beobachtungsstationen an den deutschen Küsten über die physikalischen Eigenschaften der Ostsee und Nordsee und die Fischerei. Jahrg. 1881. Heft III. März. V. Mai. Berlin 1881. 4.

Abhandlungen für die Kunde des Morgenlandes, herausgegeben von der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft. Bd. VIII. N. 1. Leipzig 1881. 8.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden. Jahrg. 1881. Jan.—Juni. Dresden 1881. 8.

Geschichte der Wissenschaften in Deutschland. Neuere Zeit. Bd. I. *Geschichte der neueren Statswissenschaft. Allgemeines Staterecht und Politik.* Von Bluntschli. 3. Aufl. München und Leipzig 1881. 8.

Aristotelis de Coelo et de generatione et corruptione. Rec. C. Prantl. Lipsiae 1881. 8.

——— *quae feruntur de coloribus, de audibilibus, physiognomica. Rec. C. Prantl.* Lipsiae 1881. 8.

C. Sachs, *Untersuchungen am Zitteraal, Gymnotus electricus. Nach seinem Tode bearbeitet von E. du Bois-Reymond.* Leipzig 1881. 8.

Handbuch der Physiologie. Herausgegeben von Dr. L. Hermann. Bd. 6. Th. 1. *Physiologie des allg. Stoffwechsels und der Ernährung von C. v. Voit in München.* Leipzig 1881. 8.

P. Schreiber, *Studien über Waagemanometer.* Berlin. 4. Sep.-Abdr.

A. Ramisch, *theoretische Untersuchung einiger in der Praxis angewandter kinematischer Zylinderketten.* Berlin 1881. 4. Sep.-Abdruck.

C. L. Michelet, *des Systems der Philosophie vierter Theil, enthaltend die Philosophie der Geschichte. Zweite Abtheilung: Rom, das Christliche Europa, America, die Nachwelt.* Berlin 1881. 8.

— — —, *das Forum Romanum.* Berlin 1877. 8.

Grabow, *hat die Schreibung -ieren in Fremdwörtern etymologischen Wert?* Oppeln 1881. 8. Sep.-Abdruck.

Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften. Philos.-histor. Classe. Jahrg. 1880. Bd. 97. Heft 1. 2. 3. Jahrg. 1881. Bd. 98. Heft 1. 2. *Math.-naturw. Classe.* Abth. I. 1880. N. 8—10. 1881. N. 1. 2. 3. 4. Abth. II. 1880. N. 8. 9. 10. 1881. N. 1. 2. 3. 4. Abth. III. 1880. N. 8. 9. 10. 1881. N. 1. 2. Wien 1881. 8.

Denkschriften der K. Akademie der Wissenschaften. Phil.-hist. Classe. Bd. 31. Wien 1881. 4. — Nebst 5 Separat-Abdrücken, von Brady, Büdinger, Werner, Miklosich, Pfizmaier. Wien 1880/81. 4.

Sitzungsberichte der mathemat.-naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1881. N. XX. Wien. 8.

Almanach der K. Akademie der Wissenschaften. Jahrg. 31. Wien 1881. 8.

II. Bericht des Hydrotechnischen Comité's über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen in den Culturstaaten. Wien 1881. 8. Sep.-Abdr.

Verhandlungen und Mittheilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften in Hermannstadt. Jahrg. XXXI. Hermannstadt 1881. 8.

Erdélyi Muzeum. Sz. 9. Évtolyam VIII. 1881. Budapest. 8.

Vestnik hrvatskoga arkeologičkoga Družtva. Godina III. Br. 4. Zagrebu 1881. 8.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLI. N. 9. London 1881. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. III. N. 11. London 1881. 8.

Proceedings of the London Mathematical Society. N. 176. 177. London 1881. 8.

Journal of the Chemical Society. N. CCXXVIII. Novbr. 1881. London. 8.

Proceedings of the scientific meeting of the Zoological Society of London, for the year 1881. P. III. May & June. London 1881. 8.

E. J. Stone, *Catalogue of 12441 Stars for the epoch 1880; from observations made at the Royal Observatory, Cape of Good Hope, during the years 1871 to 1879.* London 1881. 8.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. N. Ser. Vol. L. P. II. N. 111. 1881. Calcutta 1881. 8.

Reports of the Mining Surveyors and Registrars. Quarter ended 30th. June 1881. N. 9. Melbourne. fol.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences de l'Institut de France. T. XCIII. N. 16. 17. 18. 19. Paris 1881. 4.

Académie des Sciences et lettres de Montpellier. — Mémoires de la Section des Sciences. T. X. Fasc. 1. Année 1880. Montpellier 1881. 4.

Bulletin de la Société Géologique de France. Ser. III. T. VIII. N. 4. 5. T. IX. N. 5. 6. Paris 1880. 1881. 8.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Sér. VI. Année I. Cah. 10. Octobre. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société de Géographie. Avril 1881. Paris 1881. 8.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. X. N. 43. 44. 45. Paris 1881. 8.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. Sér. III. Année I. T. 28. N. 19. 20. 21. 22. Paris 1881. 4.

Polybiblion. — Revue bibliographique universelle. Partie litt. Série II. T. 13. Livr. 11. *Part. techn.* Sér. II. T. 7. Livr. 9. 10. Paris 1881. 8.

Société Zoologique de France. — De la Nomenclature des êtres organisés. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. Année IV. N. 21. 22. Bordeaux 1881. 8.

Mémoires de la Société académique indo-chinoise de Paris. T. II. Paris 1879. 4.

L. Vossion, *rapport sur la possibilité d'établir des relations commerciales entre la France et la Birmanie.* Paris 1879. 8.

de Croizier, *les Monuments de l'ancien Cambodge classés par provinces.* Paris 1878. 8.

L. Adam, *les Patois Lorrains. (Académie de Stanislas.)* Nancy 1881. 8.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno CCLXXIX. 1881—82. Ser. III. *Transunti.* Vol. VI. Fasc. 1. Roma 1881. 4.

Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXIV. Sess. I. Roma 1881. 4.

Atti della Società Toscana di Scienze naturali residente in Pisa. Memorie. Vol. V. Fasc. 1. Pisa 1881. 8.

Commentari dell' Ateneo di Brescia per l'anno 1880. Brescia 1881. 8.

Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Serie V. T. VII. Disp. 1—9. Venezia 1880—1. 8.

Memorie del Real Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti. Vol. XXI. P. II. Venezia 1880. 4.

Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano. N. XIX. M. Rajna, *determinazione della latitudine dell' Osservatorio di Brera in Milano e dell' Osservatorio della R. Università in Parma per mezzo dei passaggi di alcune stelle al primo verticale.* Milano 1881. 4.

Collectanea mathematica nunc primum edita cura et studio L. Cremona et E. Beltrami. Mailand 1881. 8.

Documenti per servire alla storia di Sicilia. Pubblicati a cura della Società Siciliana per la storia patria. Vol. I. Fasc. 2. Palermo 1881. 8.

G. Lumbroso, *l'Egitto al tempo dei Greci e dei Romani.* Torino, Roma, Firenze 1882. 8.

G. Gozzadini, *discorso nella solenne inaugurazione del Museo civico di Bologna.* Bologna 1881. 8.

— —, *note archeologiche per una guida dell' Apennino Bolognese.* Bologna 1881. 8.

— —, *il sepolcreto di Crespellano nel Bolognese.* Bologna 1881. 8.

Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. Sér. VII. T. XXVIII. N. 3—9. St. Pétersbourg 1880/81. 4.

Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg. T. XI. Livr. 2. 3. St. Pétersbourg 1871. 8.

——— *biologiques.* T. XI. Livr. 1. St. Pétersbourg 1879. 8.

——— *mathématiques et physiques.* T. V. Livr. 6. St. Pétersbourg 1881. 8.

Bulletin de la Société Impér. des Naturalistes de Moscou. Année 1881. N. 1. Moscou 1881. 8.

H. Wild, *Repertorium für Meteorologie.* Bd. VII. Heft 2. St. Petersburg 1881. 4.

Jahresbericht am 20. Mai 1881 dem Comité der Nicolai-Hauptsternwarte erstattet. St. Petersburg 1881. 8.

Librorum in Bibliotheca speculae Pulcovensis contentorum Catalogus systematicus. — P. II ab E. Lindemanno elaborata. — Edi curavit et praefatus est O. Struve. Petropoli 1880. 8.

A. Kreisberg, *Index alphabeticus in Patrologiae cursus completi ab J. P. Migne editi seriem Graecam.* Petropoli 1881. 8.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar. XXII. 1879/80. Helsingfors 1880. 8.

Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk, utgifna af Finska Vedenskaps-Societeten. Häftet 33. 34. Helsingfors 1880. 8.

J. J. Hoffmann, *Japanese-english Dictionary. Edited by Dr. L. Serrurier.* Vol. I. II. Leyden 1881. 8.

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel. T. XII. Cah. 2. Neuchâtel 1881. 8.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. Sér. II. Vol. XVII. N. 86. Lausanne 1881. 8.

Revista Euskara. Año IV. N. 40. Octubre de 1881. Pamplona 1881. 8.

Πρακτικὰ τῆς ἐν Ἀθήναις ἀρχαιολογικῆς ἑταιρίας ἀπὸ Ἰανουαρίου 1880 μέχρι Ἰανουαρίου 1881. Ἐν Ἀθήναις, 1881. 8.

The American Journal of Science. Ser. III. Vol. XII. N. 131. Nov.
New Haven 1881. 8.

Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. Vol.
N. 1. Cambridge 1881. 4.

Bulletin of the U. S. Geological and Geographical Survey of the Terr
Vol. VI. N. 2. Washington 1881. 8.

Hinrichs, *Bulletin of the Iowa Weather Service, 1881.* N. 98. 99. 10

—, *Report of the Iowa Weather Service for the year 1881.* Des M
Iowa, 1881. 8.

H. Phillips, *Head-dresses exhibited on ancient coins.* Philadelphia 18

J. M. Schaeberle, *on the remarkable Aurora of September 12—13,*
New Haven. Extr. 8.

Berichtigungen.

S. 946 Z. 5 u. 6 v. u.

müssen die Worte „Quecksilberkuppe“ und „Platinkathode“
tauscht werden,

S. 950 Z. 6 v. o.

muss stehen „hätte“ statt “hätten“,

S. 952 Z. 19 v. o.

muss stehen

„ $\frac{\partial}{\partial \varepsilon}[T + \varepsilon(p_m - p_f - k_m + k_f)] = \frac{\partial}{\partial \omega}[\omega(p_m - p_f - k_m +$

statt

„ $\frac{\partial}{\partial \varepsilon}[T + \varepsilon(p_m - p_f - k_m - k_f)] = \frac{\partial}{\partial \omega}[\omega(p_m - p_f - k_m -$

S. 957 Z. 6 v. u.

muss stehen „kathodischen“ statt „katodischen“.

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

RAMMELSBERG, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth. M. 3,00

ROTH, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth. M. 9,00

VIRCHOW, Beiträge zur Landeskunde der Troas . . . . . M. 10,00

SCHOTT, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens . . . . . M. 1,60

KRÜGER, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . . M. 5,00

CURTIUS, Das archaische Bronzerelief aus Olympia . . . . M. 2,50

BUSCHMANN, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . . M. 2,50

ERDMANN, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid M. 3,00

SCHRADER, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal . . . . . M. 3,00

DILLMANN, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert . . . . . M. 2,50

SACHAU, E., Über die Lage von Tigranokerta . . . . . M. 5,50

HAGEN, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen . . . . . M. 1,50

VAHLEN, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . . M. 1,50

WAITZ, Über eine alte Genealogie der Welfen . . . . . M. 0,80

SCHOTT, Über ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters M. 2,00

ZELLER, Über die Messung psychischer Vorgänge . . . . M. 0,80

VIRCHOW, Über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen . . . . . M. 8,00

BOHN, Der Tempel der Athena Polias zu Pergamon . . . M. 2,00

GERLAND, ERNST, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

HELMHOLTZ, Über galvanische Polarisation des Quecksilbers und darauf bezügliche neue Versuche des Herrn Arthur Koenig . . . . . 945—958

BAUER, Über eine Methode, die Brechungscoëfficienten einaxiger Krystalle zu bestimmen, und über die Brechungscoëfficienten des Brucits . . . . . 959—981

KIRCHHOFF, A., Über die Reste einer aus Aegypten stammenden Handschrift des Euripides . . . . . 982—989

ROTH, Zur Geologie der Umgebung von Neapel . . 990—1006

WEBSKY, Über das Vorkommen von Phenakit in der Schweiz . . . . . 1007—1019

EICHLER, Über die weiblichen Blüthen der Coniferen 1020—1049

WESTERMAIER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Pflanzen . . . . . 1050—1079

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt)
Berlin, Universitätsstr. 8.

COLLEGE

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

December 1881.

Mit 5 Tafeln

(dabei die zu den Aufsätzen des Hrn. Conze im Juliheft und des Hrn. Eichler im Novemberheft gehörigen).

BERLIN 1882.

VERLAG DER KGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

MONATSBERICHT

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

December 1881.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Schwendener las:

Über das Winden der Pflanzen.

§ 1.

Historisches.

Unsere Kenntnisse über die Erscheinung des Windens im Pflanzenreich beruhen im Wesentlichen auf den gleichzeitigen älteren Arbeiten von Mohl und Palm und auf den Untersuchungen neueren Datums von Ch. Darwin und H. de Vries[1]). Nach Mohl, dessen Darstellung sich längere Zeit der allgemeinsten Anerkennung erfreute, liegt bekanntlich das entscheidende Moment in der stumpfen Reizbarkeit windender Stengel, welche sich angeblich

[1]) Die hier angedeuteten, im Folgenden öfter citirten Veröffentlichungen mögen an dieser Stelle ein für allemal speciell bezeichnet werden.

1) Mohl, Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen, 1827.

2) Ludwig H. Palm, Über das Winden der Pflanzen, 1827.

3) Ch. Darwin, Die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanzen. Aus dem Englischen von J. V. Carus. 1876.

4) H. de Vries, Zur Mechanik der Bewegung von Schlingpflanzen. In den Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg. Band I, p. 317. 1874.

in Folge des Contactes mit der Stütze bleibend gegen dieselbe krümmen und somit immer auf deren Oberfläche weiter wachsen. Die Mechanik wäre hiernach dieselbe wie bei den Ranken; auch sagt Mohl ausdrücklich, dass die krümmende Wirkung des Contactes sich sowohl nach vorwärts als nach rückwärts fortpflanze (l. c. p. 148). Die Nutationsbewegung, welche nach Mohl durch die mit der Windungsrichtung gleichsinnige Torsion bewirkt wird, wäre hiernach bloss für das Suchen der Stütze, nicht für das Winden selbst, wesentliche Bedingung.

Diese Auffassung war unzweifelhaft klar und mechanisch Punkt für Punkt construirbar, — aber sie war unrichtig. Die angenommene Reizbarkeit ist nicht vorhanden. Schon Palm hatte dieselbe bestritten und unter Anderem geltend gemacht, dass überhaupt „die Bewegungen der Pflanzen auf einem ganz andern Principe beruhen, als die Irritabilitätsbewegungen der Thiere“ (l. c. p. 93).

Entscheidendere Beobachtungen hierüber stellte aber erst Ch. Darwin an, immer mit demselben negativen Erfolg; es war keine Spur von Reizbarkeit nachweisbar. Überdies zeigte Darwin in endgültiger Weise, dass die Nutation eine Erscheinung für sich ist und keineswegs durch die Torsion der Internodien bedingt wird.

Da indess die negativen Resultate Darwin's bezüglich der Reizbarkeit noch nicht als vollgültige Beweise für das Fehlen derselben betrachtet werden dürfen, so war es nothwendig, diese Frage noch eingehender zu prüfen. H. de Vries hat sich dieser Aufgabe unterzogen und durch sinnreiche Experimente bewiesen:

1) dass sich die verschiedenen Seiten oder Kanten windender Stengel in Bezug auf Reizbarkeit gleich verhalten, wobei indessen vorerst dahin gestellt bleibt, ob sie sämmtlich gleich reizbar oder überhaupt gar nicht reizbar sind;

2) dass ein dauernder Contact der Rückenseite nutirender Internodien — obschon dieselbe nach 1) von der Bauchseite nicht verschieden ist — niemals eine Krümmung nach aussen, d. h. nach der Contactstelle hin bedingt, selbst dann nicht, wenn die mechanische Kraft, die auf diese Stelle drückt, eine sehr erhebliche ist. Als besonders instructiv betrachte ich in dieser Hinsicht das Experiment mit der Drehwaage (l. c. p. 321), auf das ich weiterhin zurückkommen werde (s. vorläufig die Abbildung in meiner Fig. 7; *p d* ein gedrehter Faden).

Die Mechanik des Schlingens lässt de Vries durch zwei Factoren bedingt sein, die ich im Folgenden kurz formuliren und zugleich auf Grund meiner eigenen Untersuchungen kritisch beleuchten werde. Als wesentliche Bedingung des Windens wird zunächst aufgeführt (ich gruppire nach eigener Wahl) das Drehungsmoment der frei vorstehenden Spitze in Verbindung mit der Nutation. Die Spitze müsste offenbar vermöge ihres Eigengewichtes sich mehr und mehr senken, wenn sie nicht durch die Nutation in entgegengesetzter Richtung bewegt, also gehoben würde. Durch die Annahme, dass diese beiden Wirkungen sich gegenseitig aufheben, wird die bekannte Thatsache erklärt, dass das freie Ende des Stengels, trotz der Nutation, seine Concavität fast immer der Stütze zuwendet.

Diese Bedingung ist klar gedacht; es fehlt aber der Nachweis, dass das Drehungsmoment der Spitze auch quantitativ ausreicht, das angenommene Gleichgewicht herzustellen, und meine eigenen Untersuchungen haben ergeben, dass dies entschieden nicht der Fall ist. Das fragliche Drehungsmoment gehört überhaupt, wie weiterhin ausführlich gezeigt werden soll, nicht zu den Bedingungen des Windens.

Als zweiten Factor und zwar als den eigentlichen Grund des Windens bezeichnet de Vries die „Verhinderung der Nutation". Es wird aber nicht angegeben, wie diese „Verhinderung" zu geschehen hat. Halten wir uns an die Experimente, welche de Vries selbst in dieser Richtung anstellte, so wurde hierbei die Nutationsbewegung gar nicht verhindert, sondern bloss von Zeit zu Zeit, in beliebig gewählten Momenten, ein Punkt des nutirenden Stengels fixirt. Nach den Resultaten zu schliessen, fand allerdings die Fixirung theilweise in der Art statt, dass normale Windungen entstehen mussten; sie hätte aber auch ganz anders geschehen können. Ich habe z. B. bei Wiederholung dieser Experimente eine linkswindende *Calystegia*, die eben am Ende ihrer Stütze angekommen war, gezwungen, eine halbe rechtsläufige Windung zu beschreiben. Es kommt hierbei nur auf das Stadium an, in welchem die Nutationsbewegung des zu fixirenden Punktes sich befindet. Denken wir uns diese Bewegung in der Horizontalprojection als Kreis und bezeichnen wir die verschiedenen Punkte dieses Kreises nach den Himmelsgegenden, so ist klar, dass die Fixirung des Stengels sowohl im Süden als im Norden, im Osten und Westen etc. mög-

lich ist; aber je nachdem das eine oder andere geschieht, windet die Pflanze normal oder sie thut es nicht.

So wie de Vries diese zweite Bedingung formulirt hat, ist sie also mechanisch unbestimmt und darum schlechterdings nicht construirbar; sie könnte höchstens als eine Art unbekannter Reizwirkung gedacht werden. Es wird sich überdies herausstellen, dass hier nicht bloss eine bestimmtere Fassung nöthig ist, sondern dass die Bedingungen des Windens thatsächlich anderswo liegen.

An einigen Stellen seiner Abhandlung geht übrigens de Vries von etwas abweichenden Vorstellungen aus, die aber ebenfalls verschiedener Deutungen fähig sind. Er sagt l. c. p. 323: „Diese Windung (eine Schraubenwindung, welche durch Nutation entstanden war) war meist nur wenig ansteigend; später wurde sie steiler und dabei enger, bis sie sich von unten ab allmälig der Spitze anlegte".

Hiernach hätte man sich das freie Ende der Schlingpflanze in revolutiver Nutationsbewegung zu denken; die Basis wäre im obersten Contactpunkt des windenden Stengels fixirt und das nächstangrenzende, noch freie Stück des Gipfels würde sich in bekannter Weise nach verschiedenen Seiten krümmen und hierbei eine spitze Kegelfläche beschreiben. Diese Krümmungen sind nun aber, wie ich hier einschaltend bemerke, blosse Nutationskrümmungen, die mit dem Aufhören der Nutation verschwinden müssten; allein de Vries lässt die nach der Stütze concave Krümmung sich immer wieder ganz oder zum Theil in eine bleibende verwandeln und erklärt so das Vorrücken des Contactpunktes, worauf beim Winden ja Alles ankommt. Darin liegt aber gerade die Unklarheit, auf welche schon im „Mikroskop" in aller Kürze hingewiesen wurde[1]). Das frei nutirende Ende erfährt nach de Vries ganz unerwartet eine bleibende Krümmung nach der Stütze hin, während doch vorher nur von Nutationskrümmungen die Rede war, und wir fragen vergeblich nach der Kraft, die diese bleibende Krümmung bewirken könnte. Suchen wir aber die angedeuteten mechanischen Bedingungen in Gedanken zu vervollständigen, so gelangen wir unwillkürlich zu der Annahme, dass die krümmende Kraft in der Stütze ihren Sitz habe, womit zugleich gesagt ist, dass die Pflanze hierfür empfänglich sei. Eine solche Empfänglichkeit ist aber offen-

[1]) Nägeli und Schwendener, Das Mikroskop, 2. Aufl. S. 419 Anm.

nur nichts Anderes als die stumpfe Reizbarkeit Mohl's oder, was dasselbe bedeutet, eine besondere Art von Dorsiventralität, beides Dinge, die nach de Vries nicht vorhanden sein sollen.

Hin und wieder, so z. B. nach S. 324, 325 und 339 der citirten Abhandlung, möchte man beinahe vermuthen, de Vries lasse die Windungen in bleibender Form einfach durch die Nutation zu Stande kommen, so dass andern Kräften nur noch eine nachträgliche Verengerung derselben vorbehalten bliebe. Von diesem Gesichtspunkt aus würde sich auch die Parallele erklären, welche der Autor (S. 325) zwischen den normalen Windungen um eine Stütze und den gelegentlich beim Aufhören des Wachsthums zu Stande kommenden freien Schraubenwindungen zieht. Eine solche Auffassung hätte indessen keine bessere Grundlage als die vorhin besprochene. Denn erstens entstehen durch Nutation keine bleibenden Schraubenwindungen und zweitens sind die ohne Stütze entstandenen bleibenden Windungen als Ausnahmen zu betrachten, welche mit dem normalen Winden um eine Stütze in keinem Zusammenhang stehen.

Es kann nach alledem nicht bezweifelt werden, dass in der Darstellung von de Vries gerade der wichtigste Vorgang beim Winden, das Zustandekommen bleibender Krümmungen, absolut unerklärt bleibt; von Componenten, die solche Krümmungen wirklich veranlassen könnten, ist gar nicht die Rede.

Die Mechanik des Windens gehört also immer noch zu den ungelösten Aufgaben. Wenn ich im Folgenden eine Lösung versuche, so glaube ich wenigstens das Wesentliche vom Unwesentlichen schärfer, als es bisher geschehen, getrennt und sowohl die geometrische als die mechanische Seite der Frage klarer beleuchtet zu haben. Die Untersuchungen, auf welche meine Darstellung sich stützt, wurden im Winter 1880/81 begonnen und im Sommer 1881 zum Abschluss gebracht. Während der letzteren Zeit erfreute ich mich der Unterstützung meines Assistenten, des Hrn. Dr. H. Ambronn.

§ 2.

Das Ergreifen der Stütze in Folge der Nutationskrümmungen.

Beobachtet man eine Schlingpflanze von dem Augenblicke an, wo sie zu winden beginnt, so kann man leicht die Wahrnehmung

machen, dass die nutirende Spitze sich zeitweise stark nach innen krümmt und dann ihre Endknospe gegen die Stütze drückt, während gleichzeitig ein um ca. 120—200° weiter rückwärts liegender Punkt ebenfalls mit der Stütze in Berührung tritt oder, wenn diese schon vorher zu Stande gekommen, darin verharrt. In der Horizontalprojection stellt sich dieser doppelte Contact unmittelbar nach der Herstellung so dar, wie er in Fig. 1—3 abgebildet ist. Der schattirte Kreis entspricht der Stütze; *a* und *b* sind die beiden Contactpunkte, zwischen welchen der nutirende Stengel um einige Millimeter von der Stütze absteht. Die junge Schlingpflanze ergreift also die Stütze in ähnlicher Weise, wie man etwa mittelst Daumen und Zeigefinger eine cylindrische Glasröhre oder ein leichtes Weinglas u. dgl. anzufassen pflegt. In beiden Fällen beträgt die für das Festhalten günstigste Divergenz der Contactpunkte einen halben Kreisumfang oder = 180°.

Genau dasselbe Verhalten zeigt aber auch das nutirende Ende älterer Pflanzen, welche bereits eine beliebige Zahl von Windungen gebildet haben. Die Endknospe wird von Zeit zu Zeit mit der Stütze in Berührung gebracht und bildet dann mit den obersten Internodien den in Fig. 1—3 dargestellten Bogen *b a*, welcher bei *a* in die fertigen, mehr oder weniger angedrückten Windungen übergeht. Die Stütze wird also im Verlauf des Windens immer wieder in derselben Weise gefasst.

Mit der Herstellung des erwähnten Doppelcontactes hat indess die Nutationskrümmung des Bogens *a b* noch nicht den höchsten Grad erreicht; das Bestreben, den Krümmungsradius zu verkleinern, dauert noch eine Zeit lang fort. Da jedoch die Stütze Widerstand leistet, so findet die zunehmende Spannung bloss darin ihren Ausdruck, dass der sichelförmige Raum zwischen Stütze und Bogen allmälig kleiner wird und oft vollständig verschwindet; der Bogen erscheint dann in seiner ganzen Länge an die Stütze angedrückt.

Die Grösse der Kraft, mit welcher die Endknospe gegen die Stütze gedrückt wird, lässt sich leicht durch die Gegenkraft bestimmen, welche nothwendig ist, um den bestehenden Contact aufzuheben. Am besten bedient man sich hierzu kleiner Gewichte, die man mittelst eines Fadens mit der Endknospe verbindet, wobei der unbequeme lothrechte Zug durch eine feine Rolle leicht in einen wagrechten, zur Stütze rechtwinkligen umgesetzt werden

ann (man denke sich z. B. die Rolle in Fig. 11 rechts neben der ndknospe fixirt). Bei *Calystegia dahurica* ergaben die in dieser eise ausgeführten Messungen eine Spannung, welche im Maximum nem Gewicht von ca. 1 Gramm das Gleichgewicht hielt; je kräf-ger übrigens die Versuchspflanze, desto grösser die bei der Nuta-on wirksame Kraft.

Das Vorhandensein einer erheblichen Spannung lässt sich übri-ens schon aus dem Umstande schliessen, dass die Endknospe oft m mehrere Millimeter nach innen schnellt, wenn der zwischen en Contactpunkten *a* und *b* befindliche Theil der Stütze entfernt ird. Man sieht überdies leicht ein, dass die Spannung nach er-olgter Herstellung des Contactes ganz allmälig zunehmen und mit em Aufhören desselben wieder auf Null heruntersinken muss.

Wie diese Spannung auf die Form des Bogens *a b* einwirkt, kann am besten mit Hülfe elastischer Drähte veranschaulicht wer-den, die man in ähnliche Spannungen versetzt. In Fig. 1 und 2 sind die betreffenden Formveränderungen nach solchen Drähten, deren Krümmung der nutirenden Spitze einer *Calystegia* nachge-bildet wurde, dargestellt. Der punktirte Bogen entspricht dem spannungslosen, der mit ausgezogenen Linien gezeichnete dem ge-spannten Zustand; der Contactpunkt *a* ist dabei unbeweglich mit der Stütze verbunden gedacht. Durchaus übereinstimmende Verän-derungen wurden übrigens wiederholt auch an der lebenden Pflanze constatirt.

Man sieht sofort, dass die beiden Bogenlinien, nämlich die punktirte und die ausgezogene, vom Punkte *a* aus etwas divergi-ren, sich dann im Punkte *i* schneiden und zuletzt wieder divergi-ren. Ist also *a* im spannungslosen Zustande, während die Spitze *b* noch frei in der Luft schwebt, der oberste Contactpunkt der Windungen, so rückt dieser Punkt in Folge der Spannung ein wenig nach links, d. h. der Stengel wird an dieser Stelle durch en mechanischen Zug gegen die Stütze bewegt und an dieselbe ngedrückt. Allerdings ist diese Verschiebung zunächst noch keine leibende; das angedrückte Stück würde sofort elastisch zurück-chnellen, wenn man die Spannung durch Entfernung der Stütze eseitigte. Man weiss aber, dass Spannungen, die längere Zeit auern oder periodisch wiederkehren und jedesmal während eines ndlichen Bruchtheils der Periode wirksam bleiben, sich theilweise n Wachsthum umsetzen. Dies geschieht auch in unserem Falle.

Die ganze Nutationsperiode dauerte z. B. bei *Calystegia dahurica* unter den gegebenen Verhältnissen $1\frac{1}{2}$—2 Stunden; davon kamen bei einem Stützendurchmesser von 1 Centimeter ca. 15—30 Minuten auf die Zeit zwischen der Herstellung des in Rede stehenden Contactes und dem Aufhören desselben. Je dicker die Stütze, desto länger dauert der jedesmalige Contact; erreicht sie das Maximum der zulässigen Dicke, so hebt sich die Endknospe niemals von der Stütze ab.

Es ist sonach klar, dass bei windenden Pflanzen ein Theil dieser periodisch wiederkehrenden, zu- und abnehmenden Spannungen sich in bleibende Krümmung umsetzen muss, und damit ist im Spiel der wirksamen Kräfte die erste Componente gegeben, welche das nutirende Ende oberhalb der fertigen Windungen nach der Stütze hinzieht und folglich ein Vorrücken des Contactpunktes bedingt.

In der Horizontalprojection Fig. 1 und 2, ebenso in allen thatsächlich gegebenen Fällen, in welchen der Bogen *a b* ausnahmsweise in die Querschnittsebene fällt, ist die angedeutete Krümmung die einzige bleibende Wirkung, welche sichtbar zur Erscheinung kommt. Sobald dagegen die Endknospe *b*, wie es gewöhnlich der Fall, merklich höher liegt als der Punkt *a*, so verursacht die vorhandene Spannung ausser der Krümmung zugleich eine der Windungsrichtung entgegengesetzte Torsion des Stengels in *a* und der ganzen rechts und links angrenzenden Region. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man nur einen beliebigen Bogen aus federndem Draht am einen Ende *a* so zu befestigen, dass derselbe in eine ca. 45° gegen den Horizont geneigte Ebene zu liegen kommt, und dann auf das obere freie Ende eine Horizontalkraft wirken zu lassen, welche dem Widerstand der Stütze entspricht: man wird alsdann direct beobachten und schon aus der ganzen Sachlage leicht entnehmen können, dass diese Kraft krümmend und drehend zugleich wirkt und dass die Drehung mit Bezug auf die Richtung des aufsteigenden Bogens gegenläufig ist.

Selbstverständlich ist diese Drehung, ebenso wie die Krümmung, zunächst keine bleibende, wird aber aus denselben Gründen allmälig in eine bleibende verwandelt. Jede Schlingpflanze, die regelmässig windet, erscheint daher in den ältern, ausgewachsenen Internodien stets gegenläufig gedreht, also bei linksläufigen Windungen nach rechts, bei rechtsläufigen nach links. Diese anti-

drome Drehung ist ohne alle Beziehung zu den störenden localen Drehungen, welche durch den Druck der Blattstiele gegen die Stütze u. dgl. bedingt sind. Diese letztern sind zufällig und darum ohne bestimmte Richtung; jene erstere dagegen ist mit dem Mechanismus des Windens untrennbar verknüpft.

Ebensowenig dürfen die starken homodromen Drehungen, die schon in den Arbeiten von Mohl und Palm erwähnt sind, in Rechnung gebracht werden, wenn die mittlere antidrome Torsion, soweit sie mit dem Winden nothwendig zusammenhängt, durch Beobachtung bestimmt werden soll. Denn jene mit der Windungsrichtung gleichsinnigen Drehungen finden nur statt, wenn die Pflanze an der Stütze ausgleitet oder über dieselbe hinauswächst oder aus irgend welchen andern Gründen an der regelmässigen Herstellung des Contactes verhindert wird; sie fallen also in die Zeit des Nichtwindens und müssen folglich als Störungen bezeichnet werden, die bei regelmässigem Winden gar nicht vorkommen.

Ohne diese antidromen Drehungen hätten auch die erwähnten bleibenden Krümmungen nicht die Bedeutung, die ich ihnen vorhin zugeschrieben habe. Denn streng genommen, kann der Bogen *a m b* (Fig. 3) in zwei Hälften *a m* und *m b* zerlegt werden, welche annähernd symmetrische, aber entgegengesetzte Krümmungen erfahren. Während z. B. das Stück *a c*, wie oben dargelegt wurde, nach der Stütze gezogen wird, wobei natürlich die Aussenseite des Stengels sich etwas verlängert und die Innenseite verkürzt, so findet umgekehrt im Stück *d b* eine bleibende Verlängerung der Innenseite und eine Verkürzung der Aussenseite statt. Dieses Stück *d b* kommt aber später, nachdem die Stengelspitze sich um den halben Umfang der Stütze weiter vorgeschoben, in die Lage von *a c* und würde dann ungefähr ebenso stark nach innen gekrümmt, wie vorher nach aussen, wenn nicht inzwischen eine Verschiebung der Krümmungsebene durch Drehung des Stengels stattfände. In Folge der Drehung aber erhält die Krümmung in *a c* das Übergewicht; es muss also mindestens ein Theil derselben zur bleibenden Krümmung werden.

§ 3.

Das Ergreifen der Stütze unter erschwerenden Bedingungen.

Die gewöhnlichen Stützen, welche den Schlingpflanzen sich darbieten, sind feste Objecte, die einer seitlichen Verschiebung Widerstand leisten; sie verhalten sich im Wesentlichen wie absolut starre, unbewegliche Stäbe. Solche Stützen gewähren für das Winden die günstigsten Bedingungen. Sobald nämlich das vorgestreckte nutirende Ende einer Schlingpflanze auf eine solche Stütze stösst und dadurch in seiner Bewegung gehemmt wird, ist der Anfang des Windens gegeben; zwar hat noch kein Ergreifen der Stütze stattgefunden, es wird aber mit Nothwendigkeit herbeigeführt.

Wie verhält sich nun aber die Pflanze, wenn die Stütze zwar ein festes Object ist, aber jedem seitlichen Druck widerstandslos nachgiebt? Offenbar werden dadurch die Bedingungen des Windens erheblich ungünstiger; denn bevor ein wirkliches Ergreifen durch die hierzu allein befähigten oberen Internodien stattgefunden hat, kann von einem Beginn des Windens selbstverständlich nicht die Rede sein. Dazu kommt, dass die bereits ergriffene Stütze sich wieder von der Pflanze entfernen kann, sobald die Nutationskrümmung schwächer geworden, die Greifwirkung also aufgehört hat. Nichtsdestoweniger muss das Winden nach dem Vorhergehenden auch unter solchen Verhältnissen möglich sein, sofern man dafür Sorge trägt, dass die Pflanze jedesmal, wenn sie sich zum Greifen anschickt, ihr Object wieder findet und nicht etwa in die leere Luft greift.

Um diese theoretische Folgerung empirisch zu prüfen, wurde ein Cylinder aus zusammengerolltem Papier (*P* in Fig. 9) an einem ca. anderthalb Meter langen Faden *h g* aufgehängt und einer *Calystegia*, die eben am obern Ende einer gewöhnlichen Stütze angekommen war, als neue Stütze dargeboten. Der Papiercylinder war etwa 15 Centimeter lang, 2 Centimeter dick und wog etwas weniger als 1 Gramm; sein Widerstand gegen seitliche Verschiebung war, wie bei einem Pendel, durch den Sinus des Winkels gegeben, den der Aufhängefaden mit der Verticalen bildete, betrug also stets nur einen kleinen Bruchtheil des Gewichts. Bei 15 Millimeter seitlicher Verschiebung erhält man z. B. einen Widerstand von $\frac{15}{1500} \times 1$ Gramm $= 10$ Milligramm, den man füglich gleich Null setzen darf.

Wie zu erwarten war, fasste der nutirende Stengel, nachdem r sich hinlänglich verlängert hatte, den Papiercylinder in gewohn-er Weise an zwei ungefähr um 180° von einander abstehenden 'unkten und hielt ihn eine Zeit lang fest. Als dann aber die Nu-ationskrümmung schwächer und der Contact wieder aufgehoben urde, entzog sich der Cylinder, weil er inzwischen aus der Gleich-ewichtslage verschoben worden war und nun in diese zurückkehrte, iner neuen Umschlingung; die Pflanze blieb also einstweilen ohne tütze.

Um solche Störungen zu vermeiden, wurde bei den folgenden ersuchen zwischen den beiden Contactpunkten ein Bindfaden oder in feiner Draht (*t s* in Fig. 9) über die Aussenseite des greifen-len Bogens gezogen, wodurch dem Herausfallen des Papiercylin-lers nach dem Aufhören des Contactes vorgebeugt war. Die Ver-uchspflanze war also jetzt in der Lage, die losgelassene Stütze mmer wieder von Neuem zu fassen, so oft die Nutationsbewegung n dasselbe Stadium trat. Soweit also die Möglichkeit des Grei-ens maassgebend ist, waren die zu stellenden Bedingungen erfüllt. Jnd in der That erfolgte unter solchen Verhältnissen ein regel-nässiges Winden.

Schon diese Versuche mit dem frei herabhängenden, am obern Ende befestigten Papiercylinder zeigen zuweilen recht deutlich, dass beim Ergreifen ein nicht ganz unerheblicher Druck auf die Ober-läche wirksam ist, denn die Axe des Cylinders stellt sich, sofern lie beiden Contactpunkte in ungleicher Höhe liegen, merklich chief. Aber noch augenfälliger tritt diese Schiefstellung hervor, wenn der Cylinder nur wenig über seinem Schwerpunkte mittelst einer Queraxe aufgehängt wird, so zwar, dass der eine Contact-unkt unter, der andere über diese Axe zu liegen kommt. Die Neigung erreicht alsdann 10—20° und sie würde voraussichtlich noch grösser ausfallen, wenn es möglich wäre, die hierfür günstig-ten Bedingungen empirisch herzustellen.

Ich unterlasse es, über weitere Variationen dieses Experiments zu berichten, da die Erscheinungen des Greifens in der Hauptsache mmer dieselben waren. Der Contact kam gewöhnlich an zwei ungefähr opponirten Punkten zu Stande; zwischen denselben, einer-seits von der Stütze und andererseits vom greifenden Stengel be-grenzt, befand sich der Eingangs erwähnte mondsichelartige Raum, welcher mit zunehmender Spannung schmäler, mit abnehmender

wieder breiter wurde, und immer erfolgte normales Winden, wenn die Möglichkeit des wiederholten Greifens gegeben war.

§ 4.

Der Einfluss des Geotropismus.

Die Schwerkraft wirkt bekanntlich in zweierlei Weise auf die jüngeren Internodien der Stammorgane, sofern dieselben von der lothrechten Richtung abweichen, nämlich erstens durch die geotropische Aufwärtskrümmung (die nach unten concaven Krümmungen können hier vernachlässigt werden) und zweitens durch den nach dem Centrum der Erde gerichteten Zug, welcher zur Vermeidung von Verwechselungen und Unklarkeiten als Wirkung des Eigengewichts bezeichnet werden mag. Beide Wirkungen kommen nun auch bei Schlingpflanzen in Frage und es bleibt zu ermitteln, ob sie zu den wesentlichen Bedingungen des Windens gehören oder nicht.

Lässt man eine Schlingpflanze sammt dem Topf, in welchem sie gezogen wurde, mittelst des Klinostats langsam rotiren, in der Art, dass die Stütze horizontal steht und sich um ihre eigene Axe dreht, so werden, wie leicht einzusehen, beide Wirkungen der Schwerkraft, der Geotropismus und das Eigengewicht, vollständig eliminirt. Bezüglich des Eigengewichts muss freilich noch die besondere Bedingung gestellt werden, dass das frei vorstehende Ende, so oft es über der Stütze liegt, keine andern Contactpunkte zeige, als wenn es nach einer halben Umdrehung nach unten gekehrt ist. Diese Bedingung erfüllt jedoch die Pflanze, wenn auch nicht immer, so doch in vielen Fällen von selbst.

Derartige Rotationsversuche ergaben nun stets ein negatives Resultat; die Pflanze nutirt nach allen Seiten, aber sie windet nicht, sondern wächst in ungefähr geradliniger Richtung und nahe zu parallel mit der Stütze weiter (s. Fig. 6; *a* oberster Contactpunkt). Damit ist bewiesen, dass entweder die geotropische Krümmung, oder die Wirkung des Eigengewichtes, oder beide zugleich für den Vorgang des Windens wesentlich sind. Aus den Versuchen, welche im folgenden Paragraphen beschrieben sind, geht nun aber hervor, dass die Pflanze auch dann zu winden fortfährt, wenn das Eigengewicht der Spitze vollständig oder sogar mehr als vollständig contrebalancirt wird, so dass weder ein Drehungsmoment, noch ein

end ein nach unten gerichteter Zug sich geltend machen kann. Von den beiden Wirkungen der Schwerkraft fällt also das Eigengewicht ausser Betracht, der Geotropismus allein ist Bedingung des Windens.

Nachdem dies festgestellt, erübrigt nur noch, die mechanischen Wirkungen der geotropischen Krümmung darzulegen. Wir werden bald erkennen, dass sich hieraus dieselben Momente ergeben, die schon beim Ergreifen der Stütze zur Wirkung kamen, nämlich ein Drehungsmoment und ein Biegungs- oder Krümmungsmoment. Auch wirken beide in demselben Sinne wie oben; das Drehungsmoment bedingt antidrome Torsion, das Biegungsmoment Krümmung nach der Stütze hin.

Um sich hiervon zu überzeugen, denke man sich ein nutirendes Ende in der Stellung Fig. 10, *A*. Der Punkt *a* sei der oberste Contactpunkt, der Bogen *a b* bilde in der Horizontalprojection (Fig. 10, *B*) ungefähr einen Halbkreis, der Punkt *b* stehe um einige Millimeter von der Stütze ab. Dann leuchtet ein, dass der Geotropismus aufrichtend auf den Bogen *a b* wirken muss; namentlich wird die Aufwärtskrümmung zwischen *p* und *q* ganz direct dazu beitragen, das Ende *b* der Stütze näher zu bringen und endlich den Contact mit derselben herbeizuführen. Der Bogen *a b* zeigt alsdann die Lage $a\,b_1$. Damit ist indessen die Wirkung des Geotropismus noch nicht abgeschlossen; dieselbe dauert auch nach Herstellung des Contactes fort und verursacht nun dieselben Spannungen, wie sie beim Ergreifen der Stütze in Folge der Nutationskrümmung entstehen. Wäre die Stütze frei und ohne Widerstand beweglich, so würde sie sich etwas schief stellen; da sie es nicht ist, so wirkt ihr Widerstand in b_1 drehend und krümmend zugleich auf den bei *a* liegenden Stengeltheil.

Geotropische und Nutationskrümmungen addiren sich also in ihren Wirkungen. Beide sind für das Winden gleich unentbehrlich, wenn sie auch quantitativ ungleich betheiligt sein mögen. Ihr Gesammteffect in Bezug auf Torsion ist gerade gross genug, um eine Auswärtskrümmung in Folge der Nutation zu verhüten. So oft der Contact zwischen Endknospe und Stütze hergestellt wird, geht die Krümmung zunächst mehr oder weniger genau nach innen, was sich natürlich bloss durch Vergrösserung der Spannung verräth, dann in schiefer oder zur Stütze paralleler Richtung nach oben, wobei die Endknospe thatsächlich und meist ruckweise auf-

wärts gleitet. Aber während dies geschieht, vollzieht sich auch die in Rede stehende antidrome Torsion, so dass die ursprüngliche Innenseite, auf welche nun im weitern Verlauf der Nutationsbewegung die Convexität übergeht, sich gleichzeitig mehr nach unten verschiebt. Es kommt deshalb nicht zu einer nach aussen concaven Krümmung, sondern höchstens zur Aufhebung des Contactes. Ausser dem Gegendruck der Stütze trägt übrigens auch die Reibung der Endknospe an der Oberfläche dazu bei, die antidrome Torsion zu steigern und dadurch die Auswärtskrümmung derjenigen Internodien zu verhindern, welche dabei irgendwo den Reibungswiderstand zu überwinden hätten.

Eine vollständig klare Einsicht in diese complicirten mechanischen Vorgänge lässt sich indessen nur gewinnen, wenn man die successiven Stadien der fraglichen Krümmungs- und Torsionsbewegungen von Zeit zu Zeit, etwa alle Viertelstunden, durch geeignete Nachbildungen fixirt. Ich wählte hierzu Bleiröhren, wie man sie bei Luftdrucktelegraphen anwendet. Dieselben sind hinlänglich biegsam und haben überdies den erforderlichen Durchmesser, um die an der Pflanze selbst angebrachten Tuschpunkte oder Tuschlinien mit der nöthigen Genauigkeit nachzubilden (beispielsweise mittelst Silbernitrat). Hat man in dieser Weise alle wichtigeren Bewegungszustände während 2 bis 3 Nutationsperioden naturgetreu modellirt, so hält es bei sorgfältiger Vergleichung der Modelle nicht schwer, die während der Beobachtung eingetretenen Veränderungen auf ihre mechanischen Ursachen zurückzuführen. Blosse Beschreibungen und Skizzen dagegen erweisen sich für diesen Zweck als ungenügend.

Es liegt nämlich die Gefahr nahe, die hier zu erörternden mechanischen Probleme für einfacher zu halten, als sie wirklich sind. Man darf sich z. B. nicht vorstellen, dass die antidrome Torsion für einen gegebenen Punkt auf der Stengeloberfläche innerhalb 24 Stunden soviel Kreisumläufe betrage, als die Nutationsbewegung in entgegengesetzter Richtung beschreibt. Wäre dies richtig, so müsste z. B. eine Schlingpflanze mit zweistündiger Nutationsperiode, wenn sie nach 24 Stunden eine neue Windung gebildet hat, auf die Gesammtlänge dieser Windung 12 Torsionsumläufe zeigen, während sie in Wirklichkeit vielleicht nur um 300 bis 400° gedreht erscheint. Aus diesem Grunde ist auch die Ansicht von de Vries, nach welcher die constant nach innen gerich-

ıte Concavität der nutirenden Spitze durch das Drehungsmoıent derselben bedingt sein soll, von vorne herein zu verwerfen.)enn die wirkliche, angeblich vom Drehungsmoment herrührende ·orsion ist pro Längeneinheit stets viel kleiner, als der in Graden usgedrückte Betrag der Nutationsbewegung während der Herstelıng einer solchen Einheit durch Wachsthum.

Auch die Annahme, dass die Nutation bei regelmässigem Winen durch irgend eine Ursache verhindert werde, steht mit den ·hatsachen im Widerspruch. Die Pflanze nutirt vielmehr in sehr ugenfälliger Weise fort. Ihre Endknospe erscheint bald steil auferichtet, bald bis zur Horizontalen niedergedrückt; jetzt hebt sie ich von der Stütze ab, dann tritt sie wieder mit ihr in Contact. 'erhindert wird also nicht die Nutation, sondern nur die nach ussen concave Krümmung und auch dies nur theilweise durch die rwähnte antidrome Torsion. Diejenigen Stengeltheile, welche von er Endknospe oder irgend einem andern Contactpunkte in acroıgaler Richtung um eine halbe Windung abstehen, können einfach eshalb sich nicht nach aussen krümmen, weil die biegende Comonente der Contactwirkung nach innen zieht. Die Contactwirkung elbst aber erstreckt sich von der Endknospe mindestens auf eine anze Umwindung nach rückwärts. Denn sobald man die Pflanze n der oben geschilderten Weise langsam rotiren lässt und dadurch en Geotropismus eliminirt, rollt sich die oberste Windung wieder b und die etwa noch bleibenden schwachen Krümmungen werden urch die starke, gleichsinnige Torsion, die beim Nichtwinden soort eintritt, bald vollständig verwischt. Ältere Windungen dage·en, welche längere Zeit den krümmenden und drehenden Kräften ısgesetzt gewesen, zeigen keine oder doch nur geringe Veränderungen.

Nach dem Gesagten ist nun auch vorauszusehen, dass das Winden in all' den Fällen unmöglich ist, in welchen das Zustanekommen des Contactes auf irgend eine andere Weise, statt durch lotation, verhindert wird. Setzt man z. B. den obern Theil der Stütze aus kurzen Stücken zusammen, die man mittelst axilen Drahtstiften auf einander befestigt, und entfernt jedesmal, so oft in Contact der Endknospe bevorsteht und so lange er dauern würde, das in gleicher Höhe befindliche Stück der Stütze sammt len darüber liegenden, so verhält sich die Pflanze als ob gar keine

Stütze vorhanden wäre, d. h. sie windet nicht, sondern richtet sich auf und zeigt gleichsinnige Drehung.

§ 5.

Über den vermeintlichen Einfluss des Eigengewichtes der Spitze.

Schon oben wurde die Behauptung aufgestellt, dass das Drehungsmoment des frei vorstehenden Sprossgipfels nicht zu den wesentlichen Bedingungen des Windens gehöre. Hier soll nun die Richtigkeit dieser Behauptung durch experimentelle Belege erwiesen werden.

Das Drehungsmoment des frei nutirenden Gipfels lässt sich in zwei Factoren zerlegen, nämlich in das Eigengewicht desselben und in die Länge des wirksamen Hebelarmes. Ist z. B. *ab* (Fig. 12) der Gipfel, *p* dessen Schwerpunkt, *G* das Eigengewicht, so beträgt das Drehungsmoment für den Punkt $a = G \times pr$, wenn *pr* das Perpendikel auf die Tangente von *a* darstellt.

Die Grösse des Eigengewichtes variirt natürlich sehr je nach der Beschaffenheit der Versuchspflanze. Für *Calystegia dahurica* gestatten jedoch die nachstehend verzeichneten Ergebnisse verschiedener Wägungen eine approximative Schätzung. Die Sprossgipfel rührten sämmtlich von Exemplaren her, welche unter denselben Bedingungen (in dunstgesättigter Luft bei c. 30° C.) vegetirt hatten, wie die eigentlichen Versuchsobjecte. Freilandpflanzen sind kräftiger gebaut, die Enden oft mehr als doppelt so schwer.

1) Sprossgipfel von 8^{cm} Länge, frisch abgeschnitten und gewogen: 103 Milligramm.
2) Sprossgipfel von 5^{cm} Länge, nach Entfernung eines Blattes frisch gewogen: 45 Milligramm.
3) Sprossgipfel von 6,5^{cm} Länge, aussergewöhnlich dünn: 20 Milligramm.
4) Sprossgipfel von 14^{cm} Länge: 125 Milligramm.

Da nun die Gesammtlänge *ab* des frei nutirenden Gipfels gewöhnlich nicht über 4—5 Centimeter beträgt, so ist klar, dass das durchschnittliche Eigengewicht, welches bei *Calystegia dahurica* zur Geltung kommt, mit 80 Milligramm jedenfalls vollständig contrebalancirt werden kann. Demgemäss wurde ein etwas grösseres Gewicht, nämlich 100 Milligramm, an einen Coconfaden oder auch an einen Bindfaden gehängt, der über eine feine Rolle gezogen und

nit dem andern Ende an der Spitze der Versuchspflanze befestigt war (Fig. 11). Die Rolle selbst wog nur 2,7 Gramm, hing an einem etwa anderthalb Meter langen Faden und konnte somit von der fortwachsenden Spitze fast widerstandslos gedreht oder im Kreise herumgeführt werden. Sie war auch so empfindlich, dass ein Übergewicht von 10 Milligramm bei einer Belastung von 100 Milligramm und bei Anwendung des weniger biegsamen, aber bequemeren Bindfadens genügte, um unter allen Umständen eine Bewegung hervorzurufen. Der thatsächlich auf die Endknospe wirkende Zug betrug also mindestens 90 Milligramm. Auch bemerke ich noch, dass die Empfindlichkeit der Rolle durch das Hängen im feuchten Raum während 7 Tagen nicht merklich verändert wurde.

Diesen Versuch habe ich mehrere Male wiederholt und stets dasselbe Resultat erhalten: das Winden wurde nicht gestört. Die einzelnen Versuchspflanzen blieben dem Zug des Gegengewichts jedesmal so lange ausgesetzt, bis sie wenigstens eine ganze Windung gebildet hatten.

Übrigens giebt es noch ein viel einfacheres Mittel, um sich von der Wirkungslosigkeit des Eigengewichtes zu überzeugen. Lässt man nämlich eine Schlingpflanze um eine Stütze winden, deren Dicke ungefähr dem zulässigen Maximum gleichkommt, so bleibt die Endknospe ununterbrochen mit der Oberfläche im Contact, und die durch den Druck bedingte Reibung ist gross genug, um das Eigengewicht vollständig ausser Wirkung zu setzen; die Endknospe bleibt unbeweglich an ihrer Stelle, wenn sie durch ein entsprechendes Gewicht contrebalancirt wird. Für *Calystegia dahurica* genügt schon ein Durchmesser von 2,5 Centimeter, um dieses Ziel zu erreichen. Die Pflanze wächst auf der Oberfläche einer solchen Stütze gleichsam kriechend, mit stetig angeschmiegtem Gipfel, fort und bildet regelmässige Windungen.

Für Diejenigen, welche diese Versuche zu wiederholen beabsichtigen, füge ich noch bei, dass die Anwendung einer feinen Rolle behufs Herstellung eines genau bekannten Zuges nach oben nicht wohl zu umgehen ist. Glasstäbe, Drahtstücke etc., über welche der belastete Bindfaden gezogen wird, verursachen eine viel zu starke und namentlich eine viel zu variable Reibung, als dass auf diesem Wege ein sicheres Experimentiren möglich wäre. Man weiss nie genau, ob die thatsächlich wirksame Zugkraft auch gross genug ist, um das Eigengewicht der Spitze zu eliminiren. Ein

allzugrosses Übergewicht, das allerdings solche Zweifel nicht aufkommen liesse, darf aber andererseits unter keinen Umständen angewandt werden, weil dasselbe vermöge seines Drehungsmomentes starke homodrome Torsionen und zuletzt ein Abgleiten von der Stütze herbeiführen würde Es ist also nothwendig, das Eigengewicht der Spitze approximativ zu bestimmen und das Gegengewicht nicht mehr als höchstens bis zum doppelten Betrag zu steigern.

Bei meinen vorläufigen Versuchen mit *Calystegia* erwies sich z. B. schon ein Gegengewicht von 200 Milligramm als zu hoch gegriffen. Der untere Theil der nutirenden Spitze zeigte am andern Tage starke homodrome Torsion, welche nur durch den allzukräftigen Zug nach oben bedingt sein konnte, und zuletzt erfolgte Abgleiten der Endknospe nach rückwärts. In gleicher Weise sind zum Theil auch die von de Vries (l. c. p. 325) beschriebenen, durch ein Gewicht von 2,5 Gramm veranlassten oder doch voraussichtlich sehr gesteigerten Torsionen zu erklären.

§ 6.

Der Durchmesser der Stütze und die Neigung der Windungen.

Nach dem, was oben über das Ergreifen der Stütze gesagt wurde, besteht zwischen der Länge des nutationsfähigen Gipfels, sowie der Stärke der Nutationskrümmungen einerseits und der maximalen Dicke der Stütze, um welche die Pflanze noch winden kann, andererseits eine leicht zu überblickende Wechselbeziehung. Soll z. B. ein Baum von 4 Fuss Umfang als Stütze umschlungen werden, so muss der nutationsfähige Theil der Pflanze jedenfalls etwas mehr als 2 Fuss lang sein, um in schief aufstrebender Stellung einen mechanisch wirksamen Doppelcontact herstellen zu können; auch muss der Radius der Nutationskrümmungen demjenigen der Stütze einigermaassen angepasst sein.

In der That bilden die Bäume umschlingenden Lianen der Tropen, soweit ich nach den in unsern Gärten cultivirten Repräsentanten derselben mir ein Urtheil erlauben darf, sehr lange Triebe, welche einen ziemlich dicken Stamm im Halbkreis zu umspannen vermögen, und auch der einheimische Hopfen und vielleicht in noch höherem Grade *Lonicera Periclymenum* sind vermöge der nämlichen Eigenschaft für dickere Stützen angepasst, als z. B. *Calystegia*.

Ipomoea oder *Phaseolus*. Der nutirende Bogen, welcher das Greifen bewerkstelligen soll, befindet sich einer zu dicken Stütze gegenüber in derselben Lage, wie z. B. eine menschliche Hand, welche mit Daumen und Finger ein cylindrisches Object von ca. 15 bis 20 Centimeter Durchmesser oder darüber zu fassen bemüht ist; er ist zu kurz, um den Contact an zwei annähernd opponirten Punkten herzustellen, und gleitet daher leicht aus, wodurch das Winden unmöglich wird.

Wie steil die Windungen einer Schlingpflanze ansteigen, wenn die Stütze die grösstmögliche Dicke besitzt, ist eine Frage, die sich wohl nur empirisch lösen lässt. Nach Beobachtungen an *Calystegia* beträgt dieser Grenzwerth der Neigung, gemessen an Stützen von 2,5 Centimeter Durchmesser, ungefähr 40—45 Grad. Von diesem Werthe ausgehend, ist dagegen aus theoretischen Gründen vorauszusehen, dass die Windungen mit abnehmender Dicke der Stütze steiler werden müssen, weil alsdann der Spielraum für die geotropische Aufwärtskrümmung sich mehr und mehr vergrössert. Das Maximum der Steilheit muss bei einem schlaff gespannten Bindfaden eintreten, der nicht bloss eine minimale Dicke, sondern überdies noch eine gewisse Biegsamkeit besitzt.

Die Erfahrung bestätigt diese theoretischen Folgerungen. Bei *Calystegia dahurica* erreicht die Neigung der Windungen schon bei einer Stütze von 4 Millimeter Durchmesser ca. 70—75°, differirt also von dem beobachteten Minimalwerth um volle 30 Grad. Noch dünnere Stützen ergeben eine Steigerung bis auf ca. 85° und darüber.

Mit der Neigung variirt natürlich auch der gegenseitige Abstand der Windungen. Derselbe betrug bei *Calystegia*, wenn die Stütze = 2,5 Centimeter dick war, ca. 7 Centimeter und sank beim Winden um eine 4 Millimeter dicke Glasröhre auf 2,5 Centimeter herunter.

Ähnliche Differenzen in Bezug auf Neigung und Abstand der Windungen beobachtet man auch bei andern Schlingpflanzen. So betrug z. B. die Neigung einer *Ipomoea*, die sich um eine hölzerne Stütze von 6 Millimeter Durchmesser gewunden hatte, ca. 76° und der durchschnittliche Abstand der Windungen = 7 Centimeter, während ein anderes Exemplar derselben Pflanze, das eine 1,5 Centimeter dicke Stütze umwand, nur ca. 58° gegen die Horizontale ge-

neigt war, wobei die Höhe der Windungen ca. 7,5 Centimeter erreichte.

Ein nachträgliches Steilerwerden der fertigen Windungen, wie es de Vries als wahrscheinlich hinstellt, habe ich bei meinen Versuchen niemals beobachtet. Die Windungen blieben in allen maassgebenden Fällen absolut unverändert; man kann sich auch leicht überzeugen, dass sie durch die biegenden Componenten der Contactwirkung fest an die Stütze angedrückt werden, so dass in der Regel jede Verschiebung durch die gewöhnlichen, beim Winden wirksamen Kräfte ausgeschlossen ist.

§ 7.

Zur Bestimmung der antidromen Torsion.

Obschon die bisherigen Beobachter ihr Augenmerk mehr auf die gleichsinnige Torsion nicht windender Sprosse, als auf die durch das Winden bedingte gegenläufige gerichtet haben [1]), so ist doch leicht zu constatiren, dass der Stengel schlingender Pflanzen bei regelmässigem Winden stets antidrom gedreht ist und folglich homodrome Drehungen in diesem Falle gar nicht vorkommen. Man braucht nur einen der bessern Schlinger unter Verhältnissen zu cultiviren, welche etwaige Störungen zu beseitigen oder doch zu controliren gestatten, um die Richtigkeit dieser Thatsache durch unmittelbare Beobachtung ausser Zweifel zu stellen.

Ich halte es deshalb für überflüssig, die scheinbar widersprechenden Angaben früherer Autoren hier speciell zu berücksichtigen; denn die Frage, ob die beobachteten homodromen Drehungen wirklich bei regelmässigem Winden oder vielmehr während der Zeit des Nichtwindens entstanden, ist von keinem derselben gestellt worden. Doch bemerke ich noch ausdrücklich, dass ich *Lygodium scandens*, von welchem bei Darwin (l. c. p. 31) die Rede ist, ebenfalls untersucht und an den gewundenen Stellen stets antidrome Torsion beobachtet habe. Die entgegengesetzten Drehun-

[1]) Vgl. die einschlägigen historischen Notizen bei de Vries (l. c. p. 330). Die mechanischen Betrachtungen Darwin's (l. c. p. 128) und die von Nägeli und mir im „Mikroskop" (2. Aufl. p. 419 unter e) aufgestellte Beziehung bedürfen, wie aus dem Folgenden erhellt, der Ergänzung und theilweise der Berichtigung.

gen kommen also voraussichtlich auch hier nur während der Zeit des Nichtwindens zu Stande [1]).

In diesem Sinne erklärt sich auch die bekannte Angabe Léon's, dass *Phaseolus multiflorus* constant antidrom tordirt sei, während *Convolvulus* bald rechts- und bald linksläufige Drehungen zeige [2]). Nach meiner Auffassung ist damit gesagt, dass Phaseolus regelmässig, Convolvulus dagegen unregelmässig gewunden hatte und deshalb neben antidromen auch homodrome Torsionen zeigte, welche letztere natürlich bloss während der Zeit des Nichtwindens entstanden.

Soweit wäre also die Sachlage klar. Sobald es sich aber darum handelt, den Betrag der antidromen Drehung mit möglichster Genauigkeit zu ermitteln, wird es nothwendig, die geometrische Seite der Frage etwas genauer zu prüfen, als es bisher geschehen ist.

Nehmen wir zunächst an, es werde ein cylindrischer Stab durch successive Biegungen in verschiedenen Ebenen schraubenlinig um eine Stütze herumgeführt. Die Einrichtung sei so getroffen, dass jede Biegung durch ein Charniergelenk mit quer gestellter Drehungsaxe (s. Fig. 13 u. 14) ausgeführt werden kann. Wie verläuft alsdann eine ursprüngliche Longitudinallinie des geraden Stabes im gewundenen Zustand?

Man ersieht sofort aus den citirten Figuren, welche die beiden Zustände veranschaulichen, dass eine solche Krümmung einen scheinbar spiraligen Verlauf der Seitenlinie *a b* bedingt; denn während der untere Endpunkt (bei *a* in Fig. 14) auf der Aussenseite der

---

[1]) Damit in Übereinstimmung schreibt mir Hr. Dr. H. Ambronn, der inzwischen nach Leipzig übersiedelte, von dort aus: „*Lygodium scandens* ist im hiesigen Garten nicht vorhanden. An einem Exemplare des hiesigen Herbariums, welches mit der Stütze gesammelt war, fanden sich zwei gut erhaltene Windungen, die beide deutlich antidrome Torsion zeigten." Ebenso verhält sich, nach weiteren Mittheilungen Ambronn's zu schliessen, *Lygodium volubile* und *Blechnum volubile*, welche beide im Leipziger Garten cultivirt werden.

[2]) Léon, Bull. Soc. Bot. de France, Tome V (1858), p. 356. Die betreffende Angabe lautet wörtlich: La direction de la torsion des axes n'est pas invariable, même sur la même tige; elle est très souvent en sens inverse de la volubilité dans les Liserons, constamment dans le Haricot d'Espagne (Phaseolus multiflorus Willd.).

Windung liegt, erscheint b nach oben und jeder noch höher gelegene Punkt mehr oder weniger nach innen gerückt. Es hat also von a bis b eine scheinbare Torsion von ca. 90° stattgefunden, was für eine ganze Windung ca. 180° ergiebt. Von einer wirklichen Torsion, d. h. von einer Verschiebung der successiven Querschnittsscheiben in der Art, wie ein laufender Mühlstein auf dem andern sich verschiebt, kann jedoch unter den gegebenen Umständen nicht die Rede sein; der Stab ist bloss nach verschiedenen Seiten gekrümmt, beziehungsweise zwischen je zwei Stücken durch Bewegung der Charniergelenke quer gebrochen worden.

Für die genauere Berechnung dieser scheinbaren Drehungen, welche beim Biegen um eine Queraxe immer eintreten, ist es zweckmässig, zwei- bis vielkantige Stützen vorauszusetzen und die Windungen so herzustellen, dass sie sich der jedesmaligen Stütze dicht anlegen. Die successiven Biegungen mittelst der Gelenke finden alsdann nur in den Kanten statt, wodurch die Aufgabe etwas vereinfacht wird.

Sei also AB (Fig. 5) ein reguläres dreikantiges Prisma und ms die Kante, um welche die bezeichnete Biegung vollzogen werden soll. Denken wir uns jetzt den gegebenen Stab (Fig. 13) in der Richtung qr so auf das Prisma gelegt, dass eines der Gelenke auf die Kante ms fällt, und drücken wir hierauf den rechts und links liegenden Theil nach unten, bis sich beide an die in ms zusammenstossenden Prismenflächen angelegt haben. Dann wird eine Seitenlinie des Stabes, welche auf der links liegenden Prismenfläche genau nach aussen gewendet ist, auf der benachbarten etwas nach oben zu stehen kommen, und es fragt sich nun, wie viele Grade diese scheinbare Drehung beträgt.

Um diesen Drehungswinkel zu bestimmen, legen wir durch die beiden in der Kante ms zusammenstossenden Theile des Stabes eine auf der hintern Prismenfläche AB senkrechte Ebene pqr, welche mit den beiden andern Flächen eine dreikantige körperliche Ecke bildet; die drei Kantenwinkel derselben sind qpr, qps und spr. Es leuchtet nun ein, dass der zu bestimmende Drehungswinkel gleich ist der Differenz zwischen den beiden Winkeln, welche unsere Schnittfläche qpr mit den beiden Prismenflächen qps und spr bildet. Diese Winkel sind aber nichts anderes als die Flächenwinkel der genannten körperlichen Ecke für die Kanten qp und pr. Setzen wir jetzt noch die Neigung der

Windungen = 45°, so wird der Kantenwinkel $q\,p\,s$ ebenfalls = 45° und $s\,p\,r = 135°$. Da ferner der Prismenwinkel in der Kante $p\,s$ gleich 60° ist, so ist hiermit die Aufgabe in die gewünschte mathematische Form gebracht und kann nun sowohl auf geometrischem Wege als mit Hülfe der sphärischen Trigonometrie gelöst werden. Ich wähle die letztere Lösung.

Das sphärische Dreieck, welches unserer Aufgabe entspricht, ist in Fig. 8 veranschaulicht und in üblicher Weise bezeichnet. Gegeben sind der Winkel $C = 60°$ und die Seiten $b = 135°$ und $a = 45°$; gesucht wird die Differenz $A - B$, welche nach der Formel

$$\text{tang}\,\frac{A-B}{2} = \cot\tfrac{1}{2}C \cdot \frac{\sin\frac{1}{2}(a-b)}{\sin\frac{1}{2}(a+b)} = \cot 30° \cdot \frac{\sin -45°}{\sin 90°}$$

zu berechnen ist. Man erhält für die Kante $m\,s$ eine scheinbare Drehung von 101°32′, folglich für alle drei Kanten oder eine ganze Windung = 304°36′.

In gleicher Weise lassen sich nun auch die scheinbaren Torsionen für vier-, fünf- bis vielkantige Prismen berechnen; man hat nur nöthig, in obiger Formel die entsprechenden Winkelwerthe einzusetzen. Nachstehend sind die Ergebnisse der Rechnung für einige Fälle zusammengestellt.

Stütze	Scheinbare Torsion bei 45° Neigung	
	pro Windung	pro Kante
3 kantig	304°36′	101°32′
4 kantig	282° 8′	70°32′
5 kantig	271°50′	54°22′
6 kantig	266°24′	44°24′
10 kantig	258°40′	25°52′
20 kantig	256° —	12°48′
100 kantig	254°26′	2°32′40″
200 kantig	254°26′	—

Für die cylindrische Stütze beträgt hiernach die scheinbare Drehung, wenn wir die Secunden vernachlässigen, ebenfalls 254°26′ pro Windung, d. h. eine ursprüngliche Seitenlinie rückt beispielsweise von der Aussenseite eines windenden Stengels nach oben, dann nach innen und unten, und erreicht nach 1,4 Windungen wieder die Aussenseite.

Der Betrag der scheinbaren Drehung nimmt unter gleichen Umständen mit der Neigung der Windungen zur Horizontalen ab und zu. Je steiler die Windungen, um so stärker die Drehungen. Dies lässt sich sowohl durch Rechnung beweisen, als auch mit Hülfe des Apparates (Fig. 13 u. 14) veranschaulichen, indem der letztere verschieden geneigte Windungen nachzubilden gestattet. Nur darf hierbei nicht übersehen werden, dass die Bestimmung der Torsionsgrösse durch unmittelbare Beobachtung auf Genauigkeit keinen Anspruch erheben darf, sondern einzig und allein den Zweck haben kann, das Steigen und Fallen der Werthe im Allgemeinen darzuthun.

Einige der auf diesem Wege erhaltenen Winkelwerthe sind in folgender Übersicht zusammengestellt. Der Neigungswinkel wurde aus der gemessenen Höhe und Länge eines Schraubenganges berechnet und die Lage der schwarzen Linie am Ausgangs- und Endpunkt auf einem Kreise so genau als möglich angegeben; der gegenseitige Abstand konnte alsdann mit dem Transporteur gemessen werden. Die letzte Columne enthält überdies die genaueren berechneten Werthe des Drehungswinkels. Die Berechnung wurde, um den Einfluss des Neigungswinkels recht augenfällig hervortreten zu lassen, für 10kantige, also annähernd runde Stützen auf verschiedene Neigungen zwischen 45° und 85° ausgedehnt.

Stütze oder deren Raum	Neigung der Windungen	Scheinbare Torsion pro Windung	
		beobachtet	berechnet
3 kantig	10°40′	ca. 100°	106°42′
4 kantig	15°33′	ca. 115°	120°—
5 kantig	21°20′	ca. 140°	148°—
6 kantig	28°45′	ca. 180°	186°—
7 kantig	35°33′	ca. 200°	219°20′
8 kantig	38°41′	ca. 225°	232°16′
9 kantig	43°15′	ca. 245°	252°—
[10 kantig	45°—	—	258°40′]
10 kantig	55°32′	ca. 280°	300°—
10 kantig	65°—	—	328°20′
10 kantig	75°—	—	348°20′
10 kantig	85°—	—	358°40′

Ganz anders stellt sich dagegen der Verlauf der Seitenlinien eines gewundenen Stengels heraus, wenn die jedesmaligen Biegungen um schiefe, statt um quergestellte Axen stattfinden. Wählen wir zur Orientirung wieder drei- bis mehrkantige Stützen und setzen wir den extremen Fall voraus, dass die Axen der Charniergelenke, die wir uns auch hier in den Kanten angebracht denken wollen, mit den letzteren parallel verlaufen. Dann verhält sich der windende Stengel wie ein Papierstreifen (Fig. 15), welcher um die Stütze gewunden und über jeder Kante, dem Verlaufe derselben entsprechend, gebrochen wird: die scheinbare Drehung unterbleibt, alle Seitenlinien behalten ihre relative Lage zur Stütze. In dieser Art sind z. B. auch die Ranken von *Bryonia* gewunden, wo bekanntlich die morphologisch obere Seite durchgehends die Aussenseite der Windungen bildet.

Wie verhält sich nun die windende Pflanze gegenüber diesen Extremen? Offenbar nähert sie sich dem letztern Extrem (das denn auch die Autoren stillschweigend als gegeben betrachten),

jedoch ohne demselben ganz zu entsprechen. Wir wissen ja, dass der greifende Bogen des nutirenden Gipfels nicht die constante Neigung der fertigen Windungen besitzt. Derselbe nutirt vielmehr nach oben und unten und ist demgemäss bald steil aufgerichtet, bald quer oder nahezu quer gestellt, und auch der zum Greifen nöthige Doppelcontact kommt bei sehr verschiedener Neigung zu Stande. Die biegenden Componenten der Contactwirkung treffen also jedesmal einen etwas veränderten Hebelapparat. Steht der Bogen horizontal, so findet die Biegung um eine zu seiner Längsrichtung quer gestellte Axe statt; steht er dagegen schief, so verschiebt sich begreiflicherweise auch die Axe, um welche die Biegung erfolgt. Da nun die einzelnen Biegungsvorgänge sich einer genauen Bestimmung entziehen, so folgt aus dem Gesagten, dass auch die Berechnung der scheinbaren Torsionen keineswegs mit mathematischer Schärfe durchführbar ist. Es kann folglich vorkommen, dass es unmöglich ist zu sagen, ob ein Internodium wirklich gedreht oder nicht gedreht ist; denn der Nullpunkt, von dem aus zu rechnen wäre, ist unbekannt.

Da indess die biegenden Componenten, wie schon oben betont wurde, auf eine ganze Windung zurückwirken und die untere Hälfte dieses Windungsumlaufes sich doch schon mehr der mittleren Neigung nähert, so ist es wahrscheinlich, dass die bleibenden Krümmungen durchschnittlich unter Verhältnissen stattfinden, welche dem zweiten der oben erwähnten Extreme näher stehen als dem ersten.

Man wird sich also nicht allzuweit von der Wahrheit entfernen, wenn man in Übereinstimmung mit den bisherigen Beobachtern einen gewundenen Stengel, an welchem durchgehends die nämliche Kante auf der Aussenseite der Windungen verläuft, als nicht gedreht bezeichnet. Aber genauer genommen, erscheinen die ursprünglichen Seitenlinien der Internodien nach Herstellung der Windungen in ihrer Lage zur Stütze etwas verschoben, d. h. schwach gedreht und zwar mit Bezug auf die Windungen gegenläufig. Die wirkliche antidrome Torsion ist daher immer etwas kleiner, als sie beim Abmessen von der Aussenseite der Windungen aus gefunden wird.

Beobachtungen über die Grösse der antidromen Torsion habe ich nur an *Calystegia dahurica* mit einiger Sorgfalt angestellt und zwar der grösseren Sicherheit wegen an Versuchsexemplaren, welche eine

eit lang regelmässig gewunden hatten. Die Torsionsgrösse erichte hier ungefähr 430 Grad pro Windung. Frei in der Natur orkommende Schlingpflanzen sind für solche Messungen im Allgeeinen nicht günstig, da hier ein Winden ohne Störungen zu den eltenheiten gehört. Sobald beispielsweise das nutirende Ende, achdem es sich vorher steil aufgerichtet, an der Stütze rückwärts usgleitet, treten die bekannten homodromen Torsionen ein, die tets so lange dauern, bis das regelmässige Winden wieder fortesetzt wird. Es ist einleuchtend, dass die Zuverlässigkeit der eobachtungen, die man nachträglich am gewundenen Stengel antellt, durch solche Störungen beeinträchtigt wird. Noch weniger ind cultivirte Pflanzen zu gebrauchen, bei welchen die Hand des ärtners nachgeholfen hat.

Man darf übrigens nicht erwarten, dass der Betrag der antiromen Torsion eine constante Grösse sei. Denn das Verhältniss wischen biegenden und drehenden Componenten ist in den verchiedenen Punkten des noch nicht fixirten Gipfeltheils, dessen Länge nach Früherem ungefähr eine Windung beträgt, jedenfalls merklich verschieden. Der greifende Bogen entwickelt zuweilen, o oft er nämlich horizontal gestellt und mit der Stütze im Doppelontact ist, nur krümmende Kräfte, der mehr aufgerichtete, rückwärts liegende Theil dagegen stets auch drehende, und zwar nehmen diese letztern mit der Steilheit der Windungen an Grösse zu. Drehend wirkt überdies, wenn auch als entbehrlicher Factor, das Eigengewicht der Spitze. Es ist demnach sicher, dass weder die Drehung, noch die Krümmung gleich Null werden kann; aber beide sind innerhalb gewisser Grenzen variabel.

Es leuchtet überdies ein, dass die relative Dauer des Contactes, welche ihrerseits vom Durchmesser der Stütze abhängig ist, die Grösse der antidromen Torsion mitbeeinflusst. Die letztere erreicht bei gegebener Neigung der Windungen ihr Maximum, wenn die Stütze die grösstmögliche Dicke besitzt, indem alsdann der Contact zwischen ihr und der Endknospe niemals aufgehoben wird. Dies scheint auch dann noch der Fall zu sein, wenn der Durchmesser der Stütze und die Neigung der Windungen, wie es in Wirklichkeit geschieht, entgegengesetzt variiren. So beobachtete ich z. B. an einer *Calystegia*, welche sich gleichsam kriechend um eine Stütze von 2,5 Centimeter gewunden hatte, Drehungen von 700—800° pro Windung.

Die directeste Art, solche Drehungen zu constatiren und annähernd richtig zu bestimmen, besteht darin, den windenden Stengel im obersten Contactpunkt oder in dessen Nähe mit einer feinen Stecknadel oder sonst wie zu befestigen[1]) und dann die Drehbewegung einer mit Tusche bezeichneten Stelle, welche sich oberhalb jenes Punktes befindet, zu beobachten. Beträgt z. B. der Abstand der zu beobachtenden Stelle vom Befestigungspunkt $\frac{1}{4}$ des Stützenumfangs und rückt das mit Tusche gemachte Zeichen allmälig von der Unterseite des Stengels nach der Aussen- und dann nach der Oberseite, so ist die Torsion pro Windung auf $4 \times 180 = 720°$ zu veranschlagen.

§ 8.

Ist vielleicht doch ein Reiz vorhanden?

Nach dem Vorhergehenden ist klar, dass die beim Winden der Schlingpflanzen vorkommenden Krümmungen durch wesentlich andere Kräfte zu Stande kommen, als die analogen Krümmungen der Ranken, bei welchen bekanntlich der Reiz die biegenden Componenten liefert. Schon die stets vorhandenen antidromen Drehungen, durch welche jene sich auszeichnen, weisen auf einen principiell verschiedenen Mechanismus hin.

Man kann indess immer noch den Einwand erheben, dass die Arbeitsleistung dieses eigenthümlichen Mechanismus, deren genaue Berechnung ja anerkannter Maassen unmöglich sei, vielleicht nicht ganz hinreiche, um den vollen Betrag der vorhandenen Krümmungen zu decken. Und wenn dies der Fall, so liege die Vermuthung nahe, dass der übrig bleibende Rest am Ende doch auf Rechnung einer stumpfen Reizbarkeit im Sinne Mohl's zu setzen sei.

Um diesen Einwand zu entkräften, ist zunächst daran zu erinnern, dass die schon Eingangs erwähnten Versuche von Charles Darwin und H. de Vries auch nicht die Spur einer Reizbarkeit ergeben haben. Meine eigenen, in gleicher Weise angestellten Experimente lieferten dasselbe Resultat. Und doch scheint mir namentlich die Anwendung der Drehwaage, welche einen continuir-

[1]) Um die zuweilen schädlichen Wirkungen der Verwundung zu vermeiden, habe ich später mit Vortheil, zumal bei Schlingpflanzen mit dünnen Internodien, Streifen von Heftpflaster angewendet.

chen Druck auf die convexe Rückenseite des nutirenden Gipfels erzustellen gestattet, ein sicheres Mittel zu sein, um eine etwaige eizbarkeit zu constatiren; ich lasse deshalb eine kurze Beschreiung dieses Versuches folgen.

An einer dünnen, ca. meterlangen Schnur *p d* (Fig. 7) hängt er horizontale Waagebalken *b c*, an welchem in *b* die Stütze *a b* threcht befestigt ist; nöthigenfalls kann dieselbe in *c* durch ein ntsprechendes Gewicht contrebalancirt werden. Wird jetzt durch rehung der Schnur eine ansehnliche Torsionsspannung erzeugt, o übt die Stütze *a b* offenbar einen entsprechenden Druck auf den Gegenstand aus, welcher einer Rückwärtsdrehung im Wege teht, somit auch auf den nutirenden Gipfel $\alpha\beta$, dessen Bewegunen sie folgt, ohne an Druckkraft merklich zu verlieren. Man kann ich nun leicht überzeugen, dass dieser continuirliche und mit Druck erbundene Contact nicht die geringste Krümmung nach der Stütze in zur Folge hat.

Ebenso beobachtete ich an einem Sprossgipfel, welcher in der legion des obersten Contactpunktes zwischen zwei Papiercylinder ingeklemmt und also von beiden Seiten gleich stark gedrückt war, icht die geringste Tendenz, sich nach demjenigen Cylinder hinzuenden, mit welchem die convexe Seite in Berührung war. Die flanze wand ungestört um den andern Cylinder, den sie durch erstellung des Doppelcontactes ergreifen konnte.

Aber auch abgesehen von diesen Versuchen, welche behufs iner directen Beantwortung der gestellten Frage ausgeführt wurlen, spricht schon die Art und Weise, wie die bleibenden Krümnungen zu Stande kommen, gegen die Annahme einer wenn auch och so geringen Reizbarkeit. Während nämlich bei den Ranken, o der Reiz unzweifelhaft die Entstehung der Windungen bedingt, ie Contactzone sich ganz allmälig und ohne Unterbrechungen verängert, etwa wie beim Aufrollen eines Seiles um eine Walze, beobchten wir im Verlaufe der obersten noch nicht fixirten Windung chlingender Stengel an zwei oder mehreren Stellen eine periodische erstellung und Wiederaufhebung des Contactes, bedingt durch die leichzeitige Wirkung der Nutation und des Geotropismus. Hätte un der Reiz an diesen Contactstellen irgend welchen Einfluss auf ie Krümmungen, so müsste derselbe sich jedesmal nach Aufhe-ung des Contactes durch eine schwache Nachwirkung, wie wir

sie bei den Ranken wahrnehmen, bemerklich machen, — was nicht der Fall ist.

Solche Nachwirkungen kommen bekanntlich auch bei geotropischen und heliotropischen Krümmungen, desgleichen bei den paratonischen Bewegungen der Blätter vor, während wir sie den rein mechanischen Componenten, welche aus der Contactwirkung entspringen, selbstverständlich nicht zuschreiben dürfen; denn diese letzteren verhalten sich wie die Kräfte, die irgend eine Feder spannen. Geotropische Nachwirkungen lassen sich nun gerade bei den Schlingpflanzen leicht constatiren. Die ursprüngliche Aufwärtskrümmung erfolgt nämlich, wie leicht einzusehen, in lothrechter Ebene; aber man kann stets die Wahrnehmung machen, dass die Wirkung noch fortdauert, nachdem diese Ebene sich in Folge der Torsion etwas schief gestellt hat. In gleicher Weise müsste auch die Krümmung durch Reiz, sofern eine solche stattfindet, jedesmal nach derjenigen Seite hin fortdauern, welche während des Contactes nach innen gerichtet war; aber eben diese Inductionskrümmung kommt nicht zum Vorschein. Wir gelangen also auch auf diesem Wege zu dem Resultat, dass eine Reizwirkung nicht vorhanden ist.

Überdies spricht auch das Verhalten der Pflanze bei langsamem Rotiren um eine horizontale Axe (vgl. § 4 und Fig. 6) gegen die Möglichkeit einer Reizwirkung. Denn wäre eine solche vorhanden, so müsste der Contactpunkt *a* auch ohne Mitwirkung des Geotropismus etwas vorrücken, da ja der Reiz durch die Rotation nicht beseitigt wird. Das ist nun aber entschieden nicht der Fall. Vielmehr rollt sich die letzte halbe oder ganze Windung, soweit nämlich die Krümmung noch keine bleibende geworden, wieder ab und die etwa noch übrig bleibende schwache Biegung wird durch die allmälig stärker hervortretende homodrome Drehung bald vollständig verwischt. Der Contactpunkt wird also bald nach Beginn des Experiments nach rückwärts verschoben und ein nachträgliches Vorrücken desselben findet nicht statt.

§ 9.

Über einige Fragen untergeordneter Art.

In den citirten Abhandlungen über das Winden findet man ausser den bereits behandelten noch einige Erscheinungen hervor-

gehoben, die nach dem Gesagten theils selbstverständlich, theils zufällig oder von untergeordneter Bedeutung sind. Die wichtigeren derselben sollen im Folgenden kurz besprochen werden.

Schon Mohl und Palm haben festgestellt, dass die Pflanzen um horizontale Stützen nicht winden können. Diese Thatsache erklärt sich von selbst, sobald man weiss, dass der Geotropismus Bedingung des Windens ist. Denn es ist einleuchtend, dass die geotropischen Krümmungen des nutirenden Gipfels mit Bezug auf die horizontale Stütze convex oder concav sind, je nachdem derselbe oben oder unten zu liegen kommt. Die beiderlei Krümmungen sind nun aber offenbar aequivalent, sofern die Rotation eine gleichmässige ist, heben sich also gegenseitig auf; der Geotropismus ist eliminirt.

Ferner ist constatirt, dass die Schlingpflanzen an lothrechten oder geneigten Stützen niemals in der Richtung von oben nach unten winden. Auch dieses Verhalten erklärt sich aus der Mitwirkung des Geotropismus, welcher das nutirende Ende immer wieder nach oben krümmt, wenn etwa das Eigengewicht eine Senkung herbeigeführt hatte. Gäbe es Pflanzen, deren nutirende Stengel nach Art der Wurzeln positiv geotropisch wären, oder gäbe es Wurzeln (z. B. Luftwurzeln) mit entsprechenden Nutationskrümmungen, so müssten dieselben umgekehrt in der Richtung von oben nach unten, nicht aber in der entgegengesetzten winden können [1]).

Lässt man eine Schlingpflanze um eine zweischneidige Stütze, beispielsweise um einen Papierstreifen winden, so hängt es von der Breite dieses Streifens ab, ob ein regelmässiges Winden möglich ist oder nicht. Beträgt diese Breite 30—35 Millimeter, so braucht z. B. eine *Calystegia* längere Zeit, bis sie von einer Kante zur andern hinübergewachsen und diese letztere zu ergreifen im Stande ist. Während dieser Zeit nutirt die Spitze begreiflicher Weise ziemlich frei, da die breite Seite der Stütze keine fassbaren Punkte darbietet; es treten daher die bekannten gleichsinnigen Torsionen ein, wie sie beim Nichtwinden immer stattfinden, und erst wenn die Kante ergriffen ist, sind vorübergehend die normalen Bedin-

[1]) Nach Beobachtungen von Fritz Müller, mitgetheilt von Ch. Darwin (l. c. p. 144), besitzen die Luftwurzeln eines brasilianischen *Philodendron* in der That das Vermögen, um die Stämme gigantischer Bäume zu winden.

gungen des Windens wieder hergestellt. In solchen Fällen ist natürlich die schliessliche Torsion im Mittel eine ganz andere, als bei regelmässigem Verlauf des Wachsthumsprocesses.

Ähnliche Unregelmässigkeiten stellen sich natürlich auch dann ein, wenn die Pflanze um mehrkantige Stützen von ansehnlicher Dicke oder um mehrere benachbarte Stützen windet, wie es z. B. bei den Mohl'schen Versuchen (l. c. § 81) der Fall war.

Ob ein windender Stengel, der eben eine Stütze gefunden und dieselbe im Punkte *a* (Fig. 4) berührt, auch rückwärts von diesem Punkte sich concav gegen die Stütze krümmt, was schon Mohl (l. c. p. 148) nicht selten beobachtet hat, hängt nach der im Vorhergehenden entwickelten Theorie von den Umständen ab. Unter den in unserer Figur dargestellten Verhältnissen würde z. B. der Bogen *a b* das Bestreben zeigen, sich geotropisch aufwärts zu krümmen. Dieses Bestreben kann jedoch, da *a* ein Contactpunkt ist, nur dadurch zur Geltung kommen, dass *b* sich senkt und in die Lage b_1 übergeht. In diesem Falle findet also allerdings ein Anlegen des rückwärts vom Punkte *a* befindlichen Stengeltheils an die Stütze statt; aber selbstverständlich liegt hierin kein Beweis zu Gunsten der Reizbarkeit.

Dass Schlingpflanzen in ihren wachsthumsfähigen Theilen einem mechanischen Zuge leicht nachgeben, lässt sich ohne Weiteres erwarten. Ebenso ist es eine allgemein gültige Regel, dass gewaltsame Krümmungen, welche durch solche Kräfte hervorgerufen sind, im Verlaufe des Wachsthums allmälig in bleibende übergehen. Dessenungeachtet mag als specieller Beleg hierfür noch erwähnt werden, dass es möglich ist, eine linkswindende Pflanze zu rechtsläufigen Windungen zu veranlassen, wenn die Endknospe mit einer über die Stütze geschobenen feinen Drahtspirale verbunden wird, welche in Folge schwacher Torsion einen dauernden, nach rechts gerichteten Zug ausübt. Auf diese Weise behandelt, machte z. B. eine *Calystegia* 2 bis 3 rechtsläufige Windungen, wobei die federnde Spirale nur mit einer Kraft von ca. 5 bis 10 Gramm wirksam war (d. h. die Federkraft konnte mit 5 bis 10 Gramm aequilibrirt werden). Das rechtsläufig gewundene Stück war in seinem untern Theil links gedreht, d. h. so, wie sonst an nichtwindenden Sprossen, oben dagegen rechts. Diese letztere Drehung ist offenbar nur die mechanische Folge der acti-

ren Linksdrehung im untern Theil, da das obere Ende — ähnlich wie bei den Ranken — nicht frei rotiren konnte.

Endlich sei hier noch einer angeblichen Beobachtung von Du-rochet gedacht, wonach die Blattspirale schlingender Gewächse mit der Windungsrichtung übereinstimmen soll. Linkswindende Pflanzen würden sich also durch eine linksläufige Grundspirale auszeichnen, und umgekehrt. Diese in der einschlägigen Literatur wiederholt betonte Übereinstimmung besteht jedoch in Wirklichkeit durchaus nicht; die Blattspirale ist von der Windungsrichtung unabhängig.

§ 10.

Wechselbeziehung zwischen Nutation und gleichsinniger Drehung.

Dass die kreisende Nutationsbewegung eine gleichsinnige Richtung der Windungen bedingen muss, ist nach dem Vorhergehenden klar. Da nun auch die Torsionen, welche während der Zeit des Nichtwindens eintreten, die nämliche Richtung einhalten, so drängt sich die Frage auf, ob vielleicht zwischen Nutation und homodromer Torsion ein Causalnexus bestehe, in dem Sinne etwa, dass die Torsion als die unvermeidliche Folge der Nutationsbefähigung zu betrachten wäre.

Nun ist allerdings keine Aussicht vorhanden, diese Frage definitiv beantworten zu können, da ja die Nutation selbst ein sehr wenig aufgeklärter Vorgang ist; aber es mag doch gestattet sein, auf eine nahe liegende Möglichkeit hinzuweisen. Wir wissen, dass die convexe Seite nutirender Stengel die grösste Wachsthumsintensität besitzt und dürfen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen, dass diesem maximalen Wachsthum eine maximale Turgescenz entspreche. Da nun die Curve, welche der nutirende Theil einer Schlingpflanze bildet, höchstens vorübergehend ein einfacher Bogen, in der Regel aber eine Schraubenlinie ist, welche mit Bezug auf rechts und links mit der Windungsrichtung übereinstimmt, so ist damit auch ein schraubenliniger Gewebestreifen mit maximalem Turgor gegeben. Ein solcher Gewebestreifen muss folgerichtig auch das grösste Verlängerungsbestreben zeigen und da dieses Streben in eine longitudinale und eine transversale Componente zerlegbar ist, so ist eine wirkliche Verlängerung nur möglich, indem der

Streifen sich zugleich stärker gegen die Horizontale neigt. Daraus folgt aber die Nothwendigkeit einer homodromen Torsion.

Man kann diese drehende Wirkung des Turgors veranschaulichen, wenn man mehrere schraubenlinig gewundene Kautschukröhren zu einem seilartigen System verbindet und dann eine derselben oder auch zwei neben einander liegende durch Hineinpressen von Luft oder Wasser unter höhern Druck versetzt als die übrigen. Dieser Überdruck verursacht alsdann in den betreffenden Röhren ebenfalls ein Streben nach Verlängerung, von welchem auch hier ein Theil durch gesteigerte Torsion des ganzen Systems zum Ausdruck gelangt.

Während des Windens kann natürlich dieses Streben nach homodromer Torsion nicht zur Geltung kommen, weil der Widerstand der Stütze, wenigstens für die Dauer des Contactes, ein absolutes Hinderniss ist und ein etwaiger Rest durch die vom Winden untrennbare antidrome Torsion verdeckt wird.

In wie weit Blattkletterer und Rankenträger, welche nach Darwin (l. c. p. 6) ebenfalls deutlich nutiren, aber dessenungeachtet keine Torsionen zeigen, von den eigentlichen Schlingpflanzen sich unterscheiden, ist mir nicht bekannt. Von dem angedeuteten mechanischen Gesichtspunkt aus muss natürlich auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dass die nicht tordirten Internodien bezüglich der Art der Nutationsbewegung von den tordirten abweichen. Ob dies in Wirklichkeit zutrifft, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—3. Horizontalprojection des Sprossgipfels einer linkswindenden Pflanze nebst Stütze. Der oberste Contactpunkt der Windungen bei frei nutirender Spitze ist mit *a* bezeichnet, die Endknospe, welche hier ebenfalls mit der Spitze in Berührung getreten ist, mit *b*. Der punktirte Umriss in Fig. 1 und 2 bezeichnet die Lage, welche der greifende Bogen nach eingetretener Spannung einnehmen würde, wenn die Stütze in *b* keinen Widerstand leistete.

Fig. 4. Horizontalprojection einer Schlingpflanze, welche die Stütze im Punkt *a* berührt. Der punktirte Umriss bezeichnet die Lage, welche durch geotropische Krümmung herbeigeführt werden kann.

Fig. 5. Dreiseitiges Prisma, durch welches die Ebene qpr senkrecht zur hintern Prismafläche gelegt wurde. Die Neigung ist so gewählt, dass die Schnittlinien qp und pr Winkel von 45° mit der Horizontalen bilden. Die Figur bietet die geometrischen Anhaltspunkte zur Berechnung der scheinbaren Torsion.

Fig. 6. Sprossgipfel einer *Calystegia*, welche einige Zeit bei horizontaler Lage der Stütze langsam rotirt hatte. Die Stütze war zugleich Rotationsaxe. a oberster Contactpunkt der fertigen Windungen.

Fig. 7. Veranschaulichung des Versuchs mit der Drehwaage. Der Querbalken der Waage ist mit bc, der Aufhängefaden mit pd, die Stütze mit ba, der Sprossgipfel der Schlingpflanze mit $a\beta$ bezeichnet.

Fig. 8. Sphärisches Dreieck zur Berechnung der scheinbaren Torsion.

Fig. 9. Veranschaulichung des Versuches mit dem frei herabhängenden Papiercylinder P. Derselbe hängt an dem Faden hg und ist seitlich mit einem feinen Draht oder Faden ts versehen, welcher die Entfernung des Cylinders von dem greifenden Bogen verhindert.

Fig. 10. Veranschaulichung der Wirkungen des Geotropismus. A schematisirte Seitenansicht eines Sprossgipfels ab nebst Stütze; B Horizontalprojection des nämlichen Gipfels. In Folge der geotropischen Aufwärtskrümmung nimmt der Gipfel die Lage ab_1 an, d. h. die Endknospe wird gegen die Stütze gedrückt.

Fig. 11. Veranschaulichung des Versuches mit der feinen Rolle, mittelst welcher das Eigengewicht des Gipfels in zweckmässiger Weise contrebalancirt werden konnte.

Fig. 12. Horizontalprojection der frei vorstehenden Spitze nebst Stütze; p Schwerpunkt derselben. Das in p concentrirt gedachte Eigengewicht, multiplicirt mit der Hebellänge pr, giebt das Drehungsmoment.

Fig. 13. Ein cylindrischer Stab, aus kurzen Gliedern bestehend, welche durch Charniergelenke verbunden sind. Die letzteren stehen in einer Schraubenlinie, wodurch das Herumführen des Stabes um eine Stütze möglich wird. ab eine schwarze Linie.

Fig. 14. Derselbe Stab im gewundenen Zustande, wobei eine Glasröhre als Stütze dient. Der Stab erscheint jetzt tordirt, indem die schwarze Linie bei a auf der Aussenseite, bei b dagegen auf der Oberseite der Windung liegt.

Fig. 15. Ein Papierstreifen, welcher um eine mehrkantige Stütze gewunden wurde, so zwar, dass die Biegung des Streifens in den Kanten um eine hierzu parallele Axe stattfand.

---

1. December. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Weber las über die heilige Litteratur der Dschaina.

---

8. December. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. Schott las über die Sprache des Volkes Róng oder Leptscha in Sikkim.

Hierauf besprach Hr. Virchow Funde in kaukasischen Gräberfeldern, welche er bei seiner Reise im Kaukasus im September d. J. gesammelt, zum Theil selbst ausgegraben hatte.

Die folgende Abhandlung des Hrn. Virchow, deren Inhalt der Verfasser bereits in der Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse am 3. November mitgetheilt hatte, wurde vorgelegt und zum Druck verordnet:

Über mikronesische Schädel.

Vor Kurzem sind von dem Reisenden der Humboldt-Stiftung, Hrn. Dr. Finsch, zahlreiche Kisten, grösstentheils mit ethnologischem und anthropologischem Inhalt, hier eingetroffen, welche schon seit länger als Jahresfrist angekündigt waren. Darunter befindet sich namentlich ein so reiches Material an Gypsabgüssen von Gesichtern, Händen u. s. f. der Bewohner Polynesiens und Mikronesiens, dass dasselbe nicht nur bei Weitem Alles übertrifft, was bisher von dorther bekannt geworden ist, sondern dass wir auch hoffen dürfen, auf diese Weise für die Nachwelt die Haupttypen der dortigen, schon jetzt stark gelichteten und auf manchen Inseln im Absterben begriffenen Bevölkerung gesichert zu sehen. Eine Analyse dieser Abgüsse muss vorbehalten bleiben, bis die erforderlichen Nachbildungen, wenn möglich unter Leitung des Reisenden selbst, angefertigt sein werden.

Unter den eingesendeten Gegenständen befindet sich auch eine grosse Zahl gut erhaltener Schädel, und ich möchte daraus eine gewisse Gruppe besprechen, deren Rassenstellung bis jetzt aus Mangel an genügendem Material die grössten Zweifel erregt hat, ich meine die mikronesische. Von den drei grösseren Gruppen, in welchen die zahlreichen Inseln Mikronesiens von Natur angeordnet sind, derjenigen der Ladronen, der Carolinen und der Marshalls- und Gilberts-Inseln, sind die Carolinen, zum Theil auch die Gil-

berts-Inseln soweit vertreten, dass sich auf Grund der vorliegenden Objecte wenigstens einige Punkte feststellen lassen werden.

Besonders reich, durch 20 Schädel, ist die Inselgruppe Ruk oder Hogoleu (nach der Angabe des Reisenden Kubary richtiger Fug) vertreten. Sie ist wegen ihrer centralen Lage in dem Carolinen-Archipel und wegen ihrer relativen Grösse von hervorragender Wichtigkeit. Sie besteht aus einer grösseren Zahl, von einem Lagunenriff von 25 deutschen Meilen Umfang eingeschlossener Inseln, unter denen einzelne vulkanischen Ursprungs sind, während die Mehrzahl der für diese Gegenden gewöhnlichen Art der Atolle angehört. Die genauesten Nachrichten über dieselben verdanken wir Hrn. Joh. Kubary, der sie 1878—79 besuchte; seine Mittheilungen sind auszüglich in der Beschreibung der ethnographisch-anthropologischen Abtheilung des Museums Godeffroy in Hamburg von Schmeltz und Krause. 1881. S. 351 folgg. veröffentlicht. Er schätzt die Zahl der Einwohner auf etwa 12000. Durch ihn hat das Museum Godeffroy 10, zum Theil freilich etwas unvollständige Skelette und 8 Schädel erhalten, von denen Hr. R. Krause in demselben Werke kurze Beschreibungen geliefert hat (S. 660). Hr. Finsch hat die von ihm eingesendeten Schädel gleichfalls von Hrn. Kubary erworben, der sie selbst ausgegraben und bestimmt hat.

Ethnologisch drängt sich das Interesse an dieser Bevölkerung in der Frage zusammen, welche Stellung sie zu den Bewohnern der übrigen Inselgruppen des stillen und des indischen Oceans einnimmt. Mitten zwischen die westlichen und östlichen Archipele eingeschoben, scheinen die mikronesischen Inseln vorzugsweise geeignet, Aufschluss über die Völkerwanderungen zu geben, ohne welche eine Besiedelung dieser vielen kleinen Inseln nicht gedacht werden kann. Ist es richtig, dass ein Strom der Einwanderung von den Inseln des indischen Meeres sich über die Archipele des stillen Oceans ergossen hat, so bildet Mikronesien die natürliche Eingangspforte für denselben. Denn südlich vom Äquator breitet sich weithin die melanesische Inselwelt aus, auf der keine Spuren einer heller gefärbten Einwanderung erkennbar sind. Dagegen ist bis zu den Philippinen, deren Küstenlandschaften die Tagalen bewohnen, malayischer Einfluss deutlich erkennbar. Von da bis zu den Palaus ist eine nur mässige Entfernung und die Möglichkeit einer Beschiffung dieser Meeresstrecke durch Eingeborne ist am

besten durch die Erfahrung dargethan, dass noch jetzt zuweilen die gebrechlichen Boote der Palau-Insulaner bis zu den Küsten der Philippinen verschlagen werden.

Auf der anderen Seite ist schon lange, und mit Recht, die Frage aufgeworfen, ob nicht schon vor der von Westen her erfolgten Einwanderung eine frühere Bevölkerung vorhanden gewesen sei. In dieser Beziehung ist namentlich vielfach auf die Hautfarbe der Mikronesier hingewiesen und der Gedanke angeregt worden, ob sie nicht aus der Mischung einer schwarzen Urbevölkerung mit helleren Einwanderern hervorgegangen seien. Gewöhnlich denkt man hier an Melanesier, aber es ist auch denkbar, dass jene andere schwarze Rasse, die noch jetzt im Innern der Philippinen, auf den Andamanen und auf der Halbinsel Malacca vorhanden ist, die der Negritos, hierher ihre Ausläufer entsendet hatte.

Genau genommen, ist damit die Reihe der Fragen noch nicht erschöpft. Insbesondere ist in der letzten Zeit durch mancherlei Erwägungen der Gedanke hervorgerufen worden, dass schon vor den eigentlichen Malayen eine hellere Bevölkerung einwanderte, und dass diese prämalayische Einwanderung erkennbare Spuren hinterlassen habe. Mir ist diese Möglichkeit besonders nahe getreten durch die Untersuchung gewisser Höhlenschädel von den Philippinen und durch die Vergleichung derselben mit den Kanaken der Sandwich-Inseln. Meine Mittheilungen darüber stehen in den Sitzungsberichten der Berliner anthropologischen Gesellschaft vom 20. December 1879 (Verhandlungen S. 422) und vom 17. April 1880 (Verhandlungen S. 112). Für diese Untersuchung bieten die Schädel der östlicher gelegenen mikronesischen Inselgruppen, welche der Einwanderung vom Westen her schon schwieriger zugänglich waren, günstigere Objecte, und ich freue mich, dass zu den beiden Schädeln, welche ich schon früher durch den Marinearzt Dr. Benda von Jaluit und von den Gilberts-Inseln erhalten habe, durch die Sendung des Dr. Finsch noch sechs weitere Schädel, der eine mit Skelet, von Gilberts-Insulanern hinzugefügt worden sind.

In Bezug auf die Ausdehnung der mikronesischen Stämme nach Süden will ich bemerken, dass Hr. von Miklucho-Maclay nach jahrelangem Umherstreifen in dieser Inselwelt auch die Bevölkerung von l'Echiquier oder dem Archipel Ninigo für mikronesisch erklärt (Zeitschr. f. Ethnol. 1876. Bd. VIII. Verh. der Berliner

anthrop. Ges. S. 291 und 1878. Bd. X. Verh. S. 108) und dass er wiederum von da entsprechende Beimischungen unter den Bewohnern der Gruppe Lub (Hermit) von den Admiralitäts-Inseln und der Gruppe Kaniet oder Kanies (Anachoreten) durch Frauenraub ableitet (ebendas. 1880. Bd. XII. Verh. S. 375). Ich habe bei Gelegenheit seiner ersten Mittheilung einige Beobachtungen über einen Schädel von Hermit und zwei von l'Echiquier veröffentlicht und ich werde im Folgenden noch einen neuen Schädel von l'Echiquier kurz besprechen, der mir durch die Güte des Herrn Capitain Strauch zugegangen ist.

Die Bewohner der mikronesischen Inseln sind erst in neuester Zeit etwas genauer studirt worden. Obwohl die Ladronen schon durch Magelhaës, die Carolinen durch Diego de Rocha 1526 entdeckt wurden, so liegen sie doch so wenig auf der durch die neuere Schifffahrt benutzten Linie, dafs namentlich die Kenntnifs der Carolinen eigentlich erst durch Lütke (1827/28) erschlossen worden ist. Die Marshalls- und Gilberts-Inseln wurden überhaupt erst 1788 entdeckt. Selbst in unserer Zeit sind sehr wenige erfahrene Beobachter dahin gekommen; einzelne Handelshäuser, darunter in hervorragender Weise die deutschen von Godeffroy und von Hernsheim, sowie die amerikanische Mission haben den Weg neu erschlossen. Aber damit ist auch bei der Spärlichkeit und der relativen Armuth der Bevölkerung in kürzester Zeit eine solche Ausfuhr der alten Manufacte eingetreten, dass es höchste Zeit für uns war zu sammeln. Hoffentlich werden unsere Museen durch die Sendungen des Hrn. Finsch so viel von den Hauptartikeln erhalten, dass damit für das vergleichende Studium der Ethnographie das Nöthige erworben sein dürfte.

Schon Dumont d'Urville hatte die Bevölkerung dieser Inselgruppen sowohl von den schwarzen, als von den braunen Stämmen des stillen Oceans unterschieden. Ihre hellere Farbe, ihr glattes Haar, ihr zarterer Körperbau und einige andere, zum Theil linguistische und psychologische Merkmale schienen genügend zu sein, um sie von den eigentlichen Polynesiern und Melanesiern zu trennen. Spätere Reisende haben nun freilich nachgewiesen, dass die Bewohner der verschiedenen Inselgruppen manche Verschiedenheiten unter einander darbieten, ja dass auf den einzelnen Gruppen selbst bemerkenswerthe Differenzen auch im Physischen bestehen, und es erscheint daher geboten, sich bei dem Studium nicht zu sehr von den Wohn-

und Geburtsplätzen der betreffenden Individuen zu entfernen. Ich will daher bemerken, dass unsere einheimische Literatur gerade in den letzten Jahren durch eine Reihe selbständiger Arbeiten vervollständigt worden ist. Hr. K. Semper hat 1873 ein Werk über die Palau-Inseln veröffentlicht; Hr. Finsch hat eine Studie über die Bewohner von Ponapé geschrieben (Zeitschrift für Ethnologie 1880. Bd. XII. S. 301) und Hr. Franz Hernsheim hat in seinem „Beitrag zur Sprache der Marshalls-Inseln. Leipzig 1880" dankenswerthe Mittheilungen über die Bewohner von Jaluit und den Nachbarinseln gemacht. Speciell über die Bevölkerung der Ruk-Inseln liegen in den angeführten Hamburger Publicationen Angaben des Hrn. Kubary vor, welche an Genauigkeit alles Frühere zu übertreffen scheinen, jedoch in mehrfacher Beziehung nicht zweifelsfrei sind. Für den vorliegenden Zweck wird es genügen, daraus einige Hauptpunkte anzuführen.

Die Körperhöhe der Leute von Ruk variirte nach diesen Angaben bei Männern zwischen 1507—1805, für den grössten Theil zwischen 1600—1700 mm.; bei den gemessenen Weibern variirte sie zwischen 1495—1600 mm. Sie ist also eine mittlere, bei dem weiblichen Geschlecht kleinere, bei dem männlichen grössere und zum Theil sogar sehr grosse. (Dies stimmt mit den älteren Berichten, welche die grösseren Körper hauptsächlich den Männern der vornehmeren Kaste zuweisen.) Die Körper sind gut gebaut, in der Regel weder sehr muskulös, noch sehr fett. Die Hautfarbe hellbraun, selten dunkler als Nr. 29 der Pariser Farbentafel, bei jungen Mädchen sehr hell. Das Kopfhaar schwarz und lang, ziemlich dünn und weich, in der Regel ganz schlicht, jedoch bei etwa 5 pCt. der Bevölkerung ziemlich krauslockig, nur nicht so kleinkrausig wie bei Vitianern. Iris dunkelbraun. Auf weitere Einzelheiten werde ich später gelegentlich zurückkommen.

Ich muss aber noch besonders hervorheben, dass wir durch Hrn. Kubary eine Reihe der werthvollsten Photographien von Mikronesiern erhalten haben; dieselben nehmen in den erwähnten „Südseetypen" die Tafeln 20 — 28 ein. Für die Bewohner der Ruk-Inseln sind drei Tafeln (21—23) vorbehalten; auf denselben befinden sich auch Individuen von Tolóas, Etan und Fefan. Hr. Finsch hat gleichfalls Photographien eingesendet, namentlich von Jaluit (Marshall-Inseln), Moggemogg (Falalep, Carolinen) und den

Gilberts-Inseln. So erwächst allmählich eine brauchbare Ikonographie, welche sich den älteren colorirten Bildern würdig anschliesst.

Indem ich mich nun zunächst zu einer Besprechung der neuen Schädel von Ruk wende, bemerke ich zunächst, dass 14 derselben nach der Angabe des Hrn. Kubary von der Insel Tolóas, 4 von der Insel Etan und je 1 von Fefan und Pis herstammen. Auch die Stämme, zu denen die Individuen gehörten, sind zum Theil bezeichnet. Darnach ergiebt sich folgende Übersicht:

1) Insel Tolóas.

Nr. 1—12 und Nr. 17—18.

a) Stamm Tschaporero (Nr. 1, 12, 17).

b) Stamm Uita (Nr. 2, 3, 6, 18).

c) Stamm Ipejatj (Nr. 5).

2) Insel Etan (Eten).

Stamm Sopu (Nr. 13—16).

3) Insel Fefan.

Stamm Sorr (Nr. 19).

4) Insel Pis.

Stamm Pue (Nr. 20).

Die Schädel des Museums Godeffroy haben folgende Ursprünge:

1) Insel Tolóas (12).

Stamm Uita (4).
Stamm Massala (1).
Stamm Iwo (5).
Stamm Azau (2).

2) Insel Etan.

Stamm Sopu (3).

3) Insel Fefan.

Stamm Upen (1).
Stamm Sopo (1).

4) Insel Uman.

Stamm Uun (1).

Am reichlichsten ist demnach die Insel Tolóas vertreten, nämlich durch 27 Exemplare, nächstdem Etan durch 7, Fefan durch 3, Pis und Uman durch je 1. Unter den Stämmen der Insel To-

lóas sind am stärksten repräsentirt die Uita, nämlich durch 8[1]); 7 Individuen stellt der Stamm Sopu auf Etan.

Ich habe diese Details hier nicht vorenthalten wollen, da vielleicht aus den mitgetheilten Zahlen Jemand Zusammenstellungen nach Inseln oder Stämmen versuchen will. Soweit ich die Zahlen übersehe, zeigen sich ähnliche Verschiedenheiten, wie in der ganzen Gruppe, auch zwischen den Bewohnern derselben Inseln. Bei einzelnen Stämmen, z. B. den Uitas auf der Insel Tolóas, ergeben sich nicht unerhebliche Geschlechtsverschiedenheiten, indess sind meines Erachtens die Zahlen nicht gross genug, um darauf sichere Schlüsse bauen zu können. Im Allgemeinen werde ich daher von einer specialisirten Betrachtung absehen.

Unter der Gesammtheit der Schädel von Ruk, welche Hr. Finsch eingeschickt hat, befinden sich meiner Ansicht nach 8 männliche und 12 weibliche Schädel. Diese Bestimmungen treffen bis auf drei (Nr. 3, 15 und 19) mit denen des Hrn. Kubary überein. Ich muss zugestehen, dass es etwas misslich ist, bei unbekannten oder nur wenig gekannten Stämmen das Geschlecht der Schädel zu bestimmen und dass ich vielleicht Unrecht habe. Indess Nr. 15 ist ein ganz seniler Schädel und dabei so glatt und ohne stärkere Muskelinsertionen, auch im Übrigen von so ausgesprochen weiblichem Bau, dass ich ihn unbedenklich als solchen classificire. Bei Nr. 3 ist das Verhältniss weniger klar, insofern verschiedene Synostosen der Nähte das Verhältniss trüben, indess treffen doch im Ganzen dieselben Gründe zu. Für ganz unzweifelhaft weiblich halte ich Nr. 15, dessen abgeschliffene Zähne für ein vorgerücktes Alter sprechen, während die kleine, niedrige, schnell in eine lange Hinterfläche übergehende Stirn, der Mangel aller Orbital- und Muskelwülste, die Zartheit der Gesichtsknochen u. s. w. sich mit männlichen Charakteren in keiner Weise vertragen.

Ich habe diese Zweifel besonders hervorgehoben, da ich finde, dass zwischen den männlichen und weiblichen Schädeln nicht unbeträchtliche Differenzen bestehen, wie die weitere Ausführung ergeben wird.

---

[1]) Möglicherweise gehören noch 6 weitere Schädel der Collection Finsch hierher, nehmlich Nr. 4, 8—11, allein die Bezeichnung im Katalog ist zu unsicher, um darauf hin eine Angabe zu machen.

Zunächst bestehen erhebliche Verschiedenheiten in der Capacität. Im Mittel aus allen 20 Schädeln erhalte ich 1294 Cubik-Centimeter, aber für die männlichen 1431, für die weiblichen nur 1203. Dabei bestehen jedoch in jeder Reihe grosse individuelle Abweichungen: bei den Männern betragen die Extreme 1560 und 1210, die Differenz also 350 Cubik-Centimeter; für die Weiber 1305 und 1105, also die Differenz nur 200 Cubik-Centim. Ähnliche Schwankungen sind auch bei andern Insulanern des stillen Oceans, z. B. bei Neu-Britanniern, nicht selten. Bei den Schädeln des Museums Godeffroy sind die Differenzen etwas andere: sie betragen bei den Männern 1440—1240 = 200, bei den Weibern 1460—1150 = 310 Cubik-Centimeter. Dem entsprechend fällt hier das Mittel aus 10 männlichen Schädeln kleiner (1344), bei 5 weiblichen grösser (1278) aus, während das Gesammtmittel (1320) grösser ist[1]). Rechne ich sämmtliche Schädel, die von der Sendung Finsch und die aus dem Museum Godeffroy zusammen, so erhalte ich im Mittel aus 35 Schädeln 1306, und zwar für die 18 Männer 1382, für die 17 Weiber 1225 Cubik-Centimeter. Im Ganzen bleibt also ein mittleres Gesammtmaass und eine erheblich geringere Entwickelung des weiblichen Schädels bestehen.

Sehr viel mehr stimmen die Gesammtergebnisse in Bezug auf den Längenbreitenindex überein. Während ich aus 20 Schädeln im Mittel 73,2 erhalte, berechne ich aus den Angaben des Hrn. Krause aus 17 Schädeln 74,2. Das ergiebt für 37 Schädel ein Mittel von 73,6, also ein ausgesprochen dolichocephales Maass. Im Einzelnen befinden sich darunter

	Virchow	Krause	Summa
Dolichocephale			
Männer	6	8	14
Weiber	9	—	9
	15	8	23
Mesocephale			
Männer	2	4	6
Weiber	3	4	7
	5	8	13
Brachycephale			
Weiber	—	1	1.

[1]) Die hier und im Folgenden gegebenen Mittelzahlen stimmen nicht ganz mit den von Hrn. Krause selbst (a. a. O. S. 558) angegebenen. Ich

Da das eine brachycephale Weib einen Index von 80,9 hat, also eben nur die Grenzzahl 80 überschreitet, so wird diesem Falle wohl keine besondere Betrachtung gewidmet werden dürfen. Dagegen ist es nicht ohne Bedeutung, dass unter den 23 Dolichocephalen sich 4 befinden, welche einen Index unter 70 besitzen, also eigentlich subdolichocephal sind. Auch ergeben die 13 mesocephalen Schädel zusammen nur ein Mittel von 77,2, also kein sehr hohes Maass. Etwas auffälliger ist die verhältnissmässig stärkere Betheiligung der Weiber an der Mesocephalie, 7 unter 13. Nimmt man dazu, dass ausserdem ein weiblicher Schädel von Krause als brachycephal befunden wurde und dass auch bei mir die höchste Indexzahl, 78,9, einem weiblichen Schädel zukommt, so lässt sich über diese Differenz nicht ohne Weiteres hinwegsehen. In der That berechnet sich der mittlere Index

	Virchow	Krause	Summa
bei Männern auf	(8) 73,4	(12) 72,6	(20) 72,8
bei Weibern auf	(12) 73,0	(5) 78,0	(17) 74,5.

Ob auch hier noch Zufälligkeiten entschieden haben, muss die Zukunft lehren, wenn die Zahl der zu vergleichenden Schädel noch grösser ist.

Am meisten tritt die Geschlechtsdifferenz an den Schädeln des Stammes Uita von der Insel Tolóas hervor. Unter den 8 dahin gehörigen Schädeln in beiden Sammlungen befinden sich 4 männliche und 4 weibliche. Die ersteren ergeben einen Längenbreitenindex von 71,7, die letzteren einen von 77,9, also eine Differenz von 6,2. Sonderbarerweise findet sich dieselbe Differenz auch bei den Schädeln jeder einzelnen Sammlung, so dass es in der That den Anschein gewinnt, als sei dieselbe keine zufällige.

Der Längenhöhenindex meiner Schädel beträgt (im Mittel aus 18) 74,8, während ich aus den Angaben des Hrn. Krause für 17 Schädel ein Mittel von 79,3 (er selbst giebt nur 77,4 an) erhalte. Das würde für die Gesammtheit von 35 Schädeln ein Mittel von 77,0 ergeben, also ein ausgemacht hypsicephales Maass, während das meinige allein orthocephal ist.

Im Einzelnen finde ich

---

bemerke in dieser Beziehung, dass ich den von ihm aufgeführten Kinderschädel durchweg ausser Berechnung gelassen habe.

	Virchow	Krause	Summa
chamaecephal			
Mann	—	1	1
Weib	1	—	1
			2
orthocephal			
Männer	3	4	7
Weiber	5	—	5
			12
hypsicephal			
Männer	4	7	11
Weiber	5	5	10
			21

Die Schwankungen sind hier sehr gross. Nach meinen Messungen ist die Differenz bei den Männern = 82,3 — 72,0 = 10,3, bei den Weibern = 79,3 — 65,3 = 14,0, im Ganzen = 82,3 — 65,3 = 17,0. Bei Krause ist sie bei Männern = 83,2 — 69,5 = 13,7, bei Weibern = 86,5 — 79,0 = 7,5, im Ganzen = 86,5 — 69,5 = 17,0. Immerhin culminirt in beiden Beobachtungsreihen die Zahl in der Hypsicephalie, wobei noch in Betracht kommt, dass bei mir 1 Mann, bei Krause 2 Männer und 4 Frauen einen Index von mehr als 80 zeigen. Wie weit auf diese Differenz etwa die Methode des Messens Einfluss geübt hat, bleibt zunächst dahingestellt; jedenfalls entsprechen sich die für die einzelnen Geschlechter gefundenen Zahlen nicht. Denn während bei Krause sämmtliche Weiberschädel hypsicephal sind, finde ich einen chamaecephalen und von den 10 übrigen genau die eine Hälfte hypsi-, die andere orthocephal. So berechnet sich der mittlere Index für

	Virchow	Krause	Summa
Männer	(7) 76,5	(12) 78,4	(19) 77,7
Weiber	(11) 74,5	(5) 81,4	(16) 76,7,

mit anderen Worten, die Differenzen der Geschlechter gleichen sich im Mittel in hohem Maasse aus.

Fasst man die Bildung einzelner Regionen des Schädels ins Auge, so ergeben sich mehrere Besonderheiten. Zunächst in der Bildung der Stirn. Dieselbe ist meist niedrig, aber verhältnissmässig breit und voll, ohne rechte Glabella. Nur bei einigen Weibern ist sie zugleich niedrig und schmal. Der Nasenwulst,

d. h. die Verbindungsstelle zwischen den Supraorbitalwülsten, ist fast immer sehr vorgewölbt, zuweilen fast flachkuglig, was in der Regel mit stärkerer Ausbildung der Stirnhöhlen zusammenzuhängen scheint. Indess findet sich doch auch ein noch näherer Erklärungsgrund, nämlich die partielle Persistenz des unteren Endes der Sutura frontalis, — eine Erscheinung, die nicht nur an männlichen Schädeln (Nr. 1, 5), sondern auch, was besonders charakteristisch ist, an dem ganz senilen weiblichen Schädel Nr. 8 bemerklich ist. Am Mittelhaupt ist ganz besonders auffällig die Grösse und die hoch hinaufgerückte Grenze der Plana temporalia, welche sowohl bei Männern, wie bei Frauen bemerkbar ist. Auch in den nicht seltenen Fällen, wo die Tubera parietalia kräftig entwickelt sind, überschreitet die obere Schläfenlinie dieselben, und der muskelfreie Theil des Schädeldaches wird daher recht schmal. Vielleicht hängt es damit zusammen, dass die Zahl der Abweichungen in der Schläfengegend verhältnissmässig gross ist. Auch Hr. Krause führt (S. 558) 4 Fälle von Schaltknochen in der Schläfenfontanelle auf beiden Seiten, sowie 6 Fälle von Stenokrotaphie auf. Ich habe Epipterica in 5 Fällen (Nr. 5, 8, 10, 12, 20) beobachtet, einmal sogar auf der rechten Seite zwei lange Epipterica übereinander (Nr. 20). Stenokrotaphie in geringerem Grade ist bei den Weibern fast die Regel, besonders stark in Nr. 6, 7, 16. Um so mehr bemerkenswerth ist das gänzliche Fehlen eines Processus frontalis squamae temporalis. Dagegen finde ich noch eine auffällige Erscheinung, nehmlich die Häufigkeit von Synostosen der Schläfengegend. Darunter zeichnet sich namentlich eine sonst recht seltene Synostose der Sutura sphenofrontalis, sphenoparietalis und coronaria inferior durch ihre grosse Ausdehnung aus, z. B. bei Nr. 6, 7 und 16. Bei mehreren anderen bestehen starke Synostosen des temporalen Abschnitts der Sutura coronaria.

Hr. Krause legt besonderen Werth auf eine, in drei Fällen von ihm beobachtete Einsattelung hinter der Kranznaht, die er geneigt scheint, auf künstliche Deformation zu beziehen. Ich möchte diese Erklärung beanstanden; mir sind an keiner Region der Schädel von Ruk Spuren künstlicher Einwirkung vorgekommen. Eine solche Erniedrigung der Scheitelcurve hinter der Kranznaht hängt gewöhnlich mit später Ossification der vordern Fontanelle zusammen, und sie steht in einer Linie mit der Vertiefung des hintern

Abschnittes der Sagittalis, welche an mehreren meiner Schädel in hohem Grade ausgesprochen ist.

Das Hinterhaupt ist in der Regel, entsprechend der überwiegend häufigen Hypsicephalie, nicht sehr ausgewölbt, dagegen die Squama occipitalis hoch und gross. Anomalien der Ossification kommen hier öfter vor, namentlich an der Spitze. Einer meiner Schädel (Nr. 8) hat ein ausgezeichnetes Os triquetrum bipartitum. Hr. Krause fand einmal ein Os Incae proprium (S. 662), einmal ein Os apicis und einmal ein Os interparietale.

Endlich stiessen mir noch mehrere Abweichungen an der Basis, namentlich im Umfange des grossen Hinterhauptsloches auf. Bei Nr. 1 besteht ein ungewöhnlich grosser Condylus tertius; bei Nr. 11 schiebt sich vom linken Processus condyloides aus ein starker Knochenwulst längs des Randes des Loches bis über die Mitte hinaus vor. Bei Nr. 6 findet sich eine besondere Articulationsfläche für den Processus odontoides am Rande des Loches. Mehrfach, z. B. bei Nr. 4, 13, läuft vor den Processus condyloides eine tiefe Querfurche über die Apophysis basilaris, dicht hinter dem Tuberculum pharyngeum.

Was die Gesammtbildung der Knochen anbetrifft, so genügt es zu sagen, dass der Gegensatz zwischen männlichen und weiblichen zum Theil sehr gross ist. Im Ganzen entsprechen diese Verhältnisse der wechselnden Capacität. Die an sich grösseren männlichen Schädel sind auch in den Einzelheiten des Knochenbaus so viel kräftiger und umfangreicher, dass einzelne von ihnen dadurch in einen förmlichen Gegensatz zu den kleineren, zarteren und mehr gerundeten weiblichen Schädeln treten. Der Gegensatz ist für einzelne so gross, dass man in der That an verschiedene Rassen denken könnte.

Bevor ich die Betrachtung der eigentlichen Schädelkapsel verlasse, erscheint es angezeigt, die Kopfmessungen an Lebenden zu erwähnen, welche Hr. Kubary in sehr dankenswerther Weise ausgeführt hat. Dieselben finden sich zum Theil, in einer grösseren Tabelle zusammengestellt, in der Erklärung zu den „Südseetypen, Anthropologisches Album des Museum Godeffroy in Hamburg. 1881", zum Theil, in Generalzahlen zusammengefasst, im dazu gehörigen Texte S. 12. Nach den letzteren ergab sich ein Mittel für

	Längenbreiten-	Längenhöhen-
	Index	
204 Männer	69,4	73,3
23 Frauen	69,1	73,4,

also gleichfalls hypsidolichocephale Maasse. Die in der Tabelle aufgeführten 6 Männer und 6 Frauen hatten im Mittel einen Längenbreiten-Index von je 69,2 und 68,1, zusammen von 68,6. Die von Hrn. Kubary selbst gemessenen Schädel dagegen lieferten für

	Längenbreiten-	Längenhöhen-
	Index	
12 Männer	69,1	66,0
6 Weiber	73,0	68,4,

wobei wohl anzunehmen ist, dass auch hier der Auricular-Index gemeint ist. Die Prävalenz der höheren Indexzahlen für den weiblichen Schädel muss um so mehr übergangen werden, als die Messungen an Lebenden kein entsprechendes Ergebniss lieferten. —

In Bezug auf das Gesichtsskelet stehen mir, abgesehen von einigen Angaben des Hrn. Kubary, nur meine eigenen Messungen zur Benutzung.

Darnach stellte sich mir zunächst ein Gesichtsindex im Mittel aus 13 Schädeln von 88,1, also ein chamaeprosopes Maass heraus. Die Geschlechtsdifferenz war jedoch sehr erheblich, indem das männliche Mittel aus 4 Schädeln 92,2, also leptoprosop, dagegen das aus 9 Frauenschädeln 86,3, also chamaeprosop war. So sehr dies Resultat ein zufälliges zu sein scheint, so ist doch bemerkenswerth, dass kein einziger männlicher Schädel chamaeprosop ist, während von den 9 Frauenschädeln 5 in diese Kategorie gehören. Hr. Kubary giebt den Gesichtsindex im Mittel von 40 lebenden Männern zu 76,3 bis 94 an. Nach den in der Tabelle gegebenen Zahlen berechnet sich ein Index für

7 Männer von 85,1
4 Frauen von 81,8

im Mittel von 83,8,

also gleichfalls chamaeprosop. Hr. Kubary betont namentlich die Grösse der Jochbreite, welche in 40 Fällen zwischen 129 und 143 mm. betrug und in 30 Fällen die Schädelbreite übertraf. Diese Angaben, welche denen fast aller früheren Reisenden in Mikronesien geradezu widersprechen, und wofür auch die Photographien wenig Beweise liefern, treffen auch auf meine Schädel wenig zu. Das höchste, von mir gefundene Maass der Jochbreite ist 135 mm., dagegen ist dasselbe bei 10 Frauenschädeln unter 129, bis zu 116 mm. herab. Dem entsprechend beherrscht auch die Jochbeingegend die Vorderansicht der Schädel keineswegs, obwohl die Norma verticalis allerdings phaenozyg ist. Die Schädelbreite aber ist nur bei Nr. 2 um 1 mm. geringer als die Jochbreite, und bei Nr. 6 sind beide gleich gross. Bei allen übrigen übertrifft die Schädelbreite die Jochbogendistanz, zum Theil nicht unerheblich. Das absolute Maass der Jochbreite betrug im Mittel

bei	7 Männern	131 mm.
bei	12 Frauen	123 „
bei	19 Schädeln	126 mm.

Die Chamaeprosopie ist daher mehr in der Niedrigkeit des Gesichts, als in der Breite der Jugaldistanz begründet.

In einem gewissen Gegensatz dazu steht die Bildung der Augenhöhlen. Im Mittel aus den 20 Schädeln beträgt der Orbitalindex 84,1, er ist also mesokonch. Die Differenz der Geschlechter ist im Ganzen und Grossen sehr mässig, denn der männliche Index (8 Schädel) stellt sich auf 85,3, der weibliche auf 83,3. Eine gewisse Verschiedenheit ergiebt sich nur bei der Vertheilung der Schädel: es waren nämlich

	männlich	weiblich	Summa
hypsikonch	4	5	9
mesokonch	2	5	7
chamaekonch	2	2	4.

Die Mesokonchie ist daher mehr ein Resultat der Berechnung, als der Erwägung der Einzelfälle. Die in der Tabelle aufgeführten Messungen und Berechnungen des Hrn. Kubary an Lebenden las-

sen sich auf das Skelet schwer übertragen. Er fand im Mittel aus 11 Bestimmungen einen Orbitalindex von 75,5 (73,6 für die 6 Männer, 77,9 für die 5 Weiber).

Bei der Betrachtung der Schädel finde ich im Allgemeinen, dass die Orbita eine häufige Ausbuchtung nach unten und aussen darbietet und dass im Verhältniss dazu das Wangenbein stark zurücktritt, so dass das Niveau seines Orbitalrandes erheblich weiter rückwärts liegt, als das Niveau des innern (medialen) Orbitalrandes. Im Ganzen ist die Orbita gross und zugleich häufig hoch; ihre Form variirt: zuweilen, namentlich bei Männern, ist sie mehr eckig, ein Paar Mal ist der obere Rand sehr gerade, meist jedoch stark ausgerundet, besonders bei den Frauen. Hr. Kubary berichtet, dass die Augen selten gross seien; dies würde dem anatomischen Befunde widersprechen, aber die Photographien zeigen, dass, namentlich bei Mädchen und Frauen, die Augen in der That gross sind, wie das die älteren Reisenden von benachbarten Inseln erwähnen.

Der Nasenindex stellt sich im Mittel aus 19 Schädeln auf 51,2, ist demnach mesorrhin. Ähnlich lauten die Mittel für die Geschlechter: 50,9 für die Männer (7), 51,4 für die Weiber (12). Im Einzelnen gehen die Formen aber sehr auseinander. Es sind nehmlich von den

	Männern	Weibern	Summa
leptorrhin	—	2	2
mesorrhin	4	6	10
platyrrhin	3	2	5
hyperplatyrrhin	—	2	2.

Die individuelle Variation ist also bei den Weibern am grössten; die Differenz der Extreme beträgt bei ihnen 69,5 — 45,3 = 24,2, während sie bei den Männern nur 54,9 — 48,1 = 6,8 erreicht. Beim Lebenden fand Hr. Kubary Differenzen von 74,0 bis 106,8. Niedrige, an der Spitze etwas abgerundete Nasen sind nach ihm vorwiegend, doch sei die Nasenwurzel gewöhnlich schmal und gut gewölbt, selten sehr breit, und die Flügel gut abgesetzt, aber nicht stark aufgetrieben.

An den Schädeln zeigt sich vorwiegend eine gewisse Übereinstimmung des Nasenbaus. In der Regel ist die Apertur weit und

namentlich breit, sehr häufig durch Praenasalgruben nach vorn hin verlängert. Die Region der knöchernen Nase ist meist schmal, ganz besonders nach oben hin, wo die Nasenbeine nicht selten in ganz feine Spitzen auslaufen. Auch Hr. Krause erwähnt in drei Fällen ausdrücklich diese Schmalheit der Nasenbeine. Nach unten verbreitern letztere sich und sind zuweilen ganz gerade abgeschnitten. Der Rücken ist meist dicht unter der Wurzel stark eingebogen und zuweilen zugleich in dieser Gegend seitlich wie eingefaltet, so dass der schwach gerundete Rücken stärker hervorgedrängt wird. Durch die Coexistenz mehrerer solcher Eigenschaften nimmt die Nase gelegentlich, namentlich bei Frauen, ein pithekoides Ansehen an. So namentlich bei Nr. 3, wo der obere, ganz schmale Theil der Nase zugleich sehr tief eingebogen und gegen die weite und mit praenasalen Gruben versehene Apertur fast geradlinig abgeschnitten ist. Ihm nähert sich Nr. 7 und der männliche Schädel Nr. 1. In anderen Fällen ist der obere Theil der Nase breit und stark eingebogen (Nr. 8, 10, 20); nur bei dem weiblichen Nr. 12 ist er zugleich breit und abgeplattet, so dass der flache Rücken fast gerade, in einer Ebene verläuft. In der Mehrzahl der weiblichen Schädel sind die Nasenbeine kurz oder es ist doch der Mangel an Breite nicht durch Länge ausgeglichen; nur Nr. 6 hat lange Nasenbeine. Bei den Männern dagegen ist die knöcherne Nase meist kräftig, gross und vortretend, wobei der Rücken leicht gerundet, aber in der Regel doch stark eingebogen und nach oben verschmälert ist; auch finden sich neben sehr langen Nasenbeinen Praenasal-Gruben (Nr. 14). Einmal ist die linke Praenasal-Grube zu einer tiefen Aushöhlung erweitert, wahrscheinlich durch den Druck einer Geschwulst (Nr. 16); die Apertur ist zugleich sehr weit und die Nase von mächtiger Entfaltung. Nur bei einer Frau (Nr. 9) ist die ganz schmale und mit Praenasal-Gruben versehene Nase schwach eingebogen und stark vortretend. Bei Nr. 17 fehlt jede Andeutung der praenasalen Ausfurchung trotz grosser Schmalheit des Anfangstheils der Nase.

Die Photographien, besonders die Profilbilder, lassen sowohl die Kürze, als die obere Einbiegung der Nase recht gut erkennen. Die Breite der Flügel, die gestupste Beschaffenheit der Spitze und die Weite der Öffnungen sind deutlich wahrzunehmen. Nur bei ♀ Individuen (Nr. 529 und 523) ist der Nasenrücken etwas verlän-

gert und mehr gestreckt, bei Nr. 529 sogar die Spitze etwas überhängend.

Der Gaumenindex beträgt im Mittel aus 13 Fällen 73,8, ist also leptostaphylin. Dieses Verhältniss ist sehr constant, denn es finden sich überhaupt nur zwei Abweichungen, indem der weibliche Schädel Nr. 20 brachystaphylin (Index 86,9), der gleichfalls weibliche Schädel Nr. 7 mesostaphylin (Index 82,0) ist. Das Gesammtmittel der männlichen Gaumen (72,0) ist daher nicht unerheblich kleiner, als das der weiblichen (75,8). Da ich die Länge der Gaumen in gerader Linie vom hinteren Ende der Spina nasalis posterior, die hier übrigens durchweg sehr kurz ist, bis zur Mitte des hinteren Randes des Alveolarfortsatzes bestimme, so hat natürlich die Stellung dieses Fortsatzes, namentlich die mehr oder weniger ausgeprägte Prognathie, einen grossen Einfluss auf Verlängerung dieser Linie. Indess muss ich ausdrücklich constatiren, dass auch die oben angeführten brachy- und mesostaphylinen weiblichen Gaumen stark prognath sind, woraus hervorgeht, dass dies Moment keineswegs allein entscheidend ist für die Grösse oder Kleinheit des Gaumenindex.

Die Mehrzahl der Schädel von Ruk ist ausgemacht prognath. Nur bei 4 derselben, 2 männlichen und 2 weiblichen, tritt dieser Charakter weniger hervor[1]). Am stärksten ausgeprägt ist er bei den Weibern. Ich hebe unter ihnen namentlich Nr. 3, 9, 10 hervor, bei welchen der Oberkieferfortsatz ganz stark, fast schaufelförmig vorspringt und eine Erscheinung bedingt, wie man sie an Schädeln von Ceram und den Philippinen kaum stärker sieht. Der Alveolarfortsatz des Oberkiefers selbst ist fast ausnahmslos niedrig, trotzdem ist die Prognathie nicht bloss dental, sondern im wahren Sinne des Wortes alveolär. Der Unterkiefer nimmt an der Vorschiebung Antheil, obwohl seine Schneidezähne zuweilen etwas hinter denen des Oberkiefers zurückbleiben. Im Ganzen ist der Unterkiefer kräftig, bei den Männern sogar recht gross und sowohl im Körper, als in den Ästen mächtig entwickelt; bei den Weibern hat er öfter eine mehr plumpe, dicke, im Ganzen mehr gerundete Form, welche, wie bei Nr. 3 und 20, in Verbin-

[1]) Hr. Krause (a. a. O. S. 558) erwähnt die Prognathie nur bei der Hälfte seiner Schädel, 9 Mal unter 18.

dung mit der übrigen Gesichtsbildung, einigermaassen an lappische Typen erinnert.

Wiederum im Gegensatze zu diesem Befunde wird in den „Südseetypen" die Ansicht des Hrn. Kubary dahin vorgetragen, dass der Mund durchgehends gut geschnitten, selten vortretend und fleischig sei; die Mundbreite betrage zwischen 46 und 61 mm. Die Photographien lehren, dass es allerdings auch Individuen mit wenig vortretendem Munde in Ruk giebt, aber ein Blick auf die Profile auf Taf. 22, namentlich aber auf Taf. 23 zeigt, dass bei dem weiblichen Geschlecht nicht nur die Lippen, sondern die ganze Mundgegend stark vorspringen.

Die Zähne, namentlich die Schneidezähne, sind an der Prognathie stark betheiligt, wenngleich nur selten, wie bei Nr. 4, dieselbe überwiegend dental ist. Fast alle Zähne sind gross, nicht bloss die Incisiven, sondern auch die Molaren und noch mehr die Caninen. Die Schmelzflächen sind häufig quer geriffelt und die Bildung der Kronenfläche an Molaren und Praemolaren ungewöhnlich uneben. Die einzelnen Spitzen sind tief eingeschnitten und gelegentlich durch Nebenspitzen unterbrochen; zwischen ihnen findet sich zuweilen ein feines centrales Loch, das jedoch mit Caries nichts zu thun zu haben scheint. Um die Basis ist sehr häufig Weinstein abgesetzt (ohne Betelfärbung) und die Wurzeln selbst zeigen sich mit weisslichem Osteophyt bedeckt und dadurch verdickt. Die Zahncurve im Ganzen ist meist gross und, obwohl nach vorn weit ausgelegt, doch nach hinten noch mehr erweitert. In der Regel verengert sich der Querdurchmesser ganz hinten wieder und in mehreren Fällen erlangt dadurch die Curve, namentlich bei den Männern, eine mehr hufeisenförmige Gestalt, welche an Australier-Gaumen erinnert. Die Gaumenplatte liegt tief und sowohl am vorderen Umfange, als an den Seitentheilen fällt die Fläche schräg ab. —

Es läge nun nahe, nach dieser Darstellung der Hauptverhältnisse der Schädel von Ruk eine Vergleichung derselben mit anderen Carolinen-Schädeln zu veranstalten. Indess ich selbst habe, abgesehen von einem Palau, keinen solchen Schädel zur Verfügung. Hr. Krause hat aus dem Museum Godeffroy noch 16 Schädel von Mortlock, 8 von Ponapé, 3 von Yap und 1 von Nemma beschrieben. Ausserdem ist mir literarisch nichts weiter bekannt, als verschiedene

Nachrichten über 9 Schädel, welche durch Dr. Swaving nach Europa gesendet wurden und von denen es ziemlich wahrscheinlich gemacht ist, dass die betreffenden Leute von Ulea oder Wolea, einer der Carolinen, herstammten. Von diesen Schädeln befanden sich 4 eine Zeit lang im Museum Vrolik zu Amsterdam (Musée Vrolik. Catal. de la collection d'anatomie par J. L. Dusseau. Amsterd. 1865. p. 119). Später wurde die ganze Serie durch J. van der Hoeven (Beschrijving van schedels van Inboorlingen der Carolinen-Eilanden. Amsterd. 1865) genauer beschrieben und alsdann in dem anatomischen Museum in Leiden aufgestellt. Von da erhielt Barnard Davis (Thesaurus craniorum p. 303) einen derselben. Schon früher hatte er die Stellung der ganzen Reihe unter den pacifischen Schädeln in einer besondern Abhandlung (The anthropological Review. 1866. Vol. IV. p. 47) erörtert.

Hr. Krause glaubt durch seine Messungen und Berechnungen nachgewiesen zu haben, dass der Längenbreitenindex in Mikronesien von Osten nach Westen zunehme und hier immer mehr der Einfluss einer breitschädeligen Bevölkerung hervortrete. Am meisten dolichocephal und in ihren Verhältnissen sich fast genau mit den Neu-Britannia Schädeln deckend verhielten sich die Bewohner von Ponapé, der am weitesten nach Osten gelegenen grösseren Insel. Das central gelegene Ruk habe bereits die Dolichocephalie verlassen und besitze eine mesocephale Bevölkerung. Die ganz westlich gelegenen Inseln Yap und Palau zeigten eine ausgesprochen brachycephale Bevölkerung, was ja durch Reisende, besonders durch Semper, längst bekannt sei. Zur Illustration giebt Hr. Krause folgende Tabelle:

	Längenbreiten- Index	Längenhöhen- Index
Ponapé	72,2	75,8
Mortlock	74,0	79,1
Ruk	75,5	77,4
Yap	78,5	79,1
Palau	83,8	85,6.

Er kommt also mit Barnard Davis überein, der die Hypsistenocephalie der Schädel von Ulea dazu benutzte, um den Zusammen-

hang der Carolinen-Insulaner mit den Einwohnern der Loyalitäts-Inseln, der Neu-Hebriden u. s. f. darzuthun.

Leider liegen die Sachen so einfach nicht. Das Bild gestaltet sich schon ganz anders, wenn für Ruk die Zahlen eingesetzt werden, welche ich aus der Gesammtheit der bis jetzt von dort bekannten Schädel berechnet habe:

Längenbreiten-Index	73,6,
Längenhöhen-Index	77,0.

Man müsste dann Ruk zwischen Ponapé und Mortlock stellen, wohin es geographisch nicht passt. Aber die Hypsistenocephalen von Ulea (Davis berechnet für seinen Schädel den Längenbreiten-Index zu 71, den Längenhöhen-Index zu 80) müssten ganz nach Osten, noch vor Ponapé gesetzt werden, während in Wirklichkeit die kleine Inselgruppe genau in der Mitte zwischen Ruk und Yap gelegen ist.

Gegenüber einer so grossen Perturbation hilft es wenig, dass ich dem einen brachycephalen Palau-Schädel des Hrn. Krause noch einen zweiten hinzufügen kann. Er ist durch Hrn. Dr. Schetelig in den Besitz der anthropologischen Gesellschaft gekommen. Die Synchondrosis spheno-occipitalis ist offen, die Eckzähne und die Weisheitszähne liegen noch tief in ihren Alveolen; es ist also der Schädel eines Kindes. Überdies ist er am Hinterkopfe stark verletzt. Trotzdem lässt sich constatiren, dass er hypsibrachycephal, ganz orthognath, leptorrhin und leptostaphylin, dagegen hypsikonch ist. Das würde also in dem Hauptpunkte stimmen. Aber Hr. Krause irrt, wenn er als Autor für die Brachycephalie der Palau's Semper anführt. Dieser konnte nur einen einzigen Schädel auf den Palau's erwerben, und er ist geneigt, denselben für ächt zu halten. Er sagt von ihm (Die Palau-Inseln im Stillen Ocean. Leipz. 1873. S. 365): „Er ist entschieden dolichocephal, ziemlich hoch — doch gehört er nicht zu der hypsistenocephalen Gruppe, — von ziemlich erheblichem Prognathismus und mit schräg zurückweichender Stirn, wie sie den eigentlich malayischen Völkern zukommt.“ Darnach dürfte die Entscheidung der Frage, welche Kopfbildung den Palau-Insulanern zukommt, wohl noch ausgesetzt werden müssen.

Hr. Krause hat es unterlassen, die Untersuchung nach der andern Seite fortzusetzen, denn er würde dann für die, freilich nur durch zwei Schädel bei ihm vertretenen Marshall-Inseln die Mittelzahlen

76,1 (Breiten-) und 79,7 (Höhen-Index)

erhalten haben. Ich besitze leider auch nur einen einzigen Schädel von da, nämlich von Jaluit, den ich der Güte des Hrn. Marine-Assistenzarztes Dr. Benda verdanke. Ich habe über denselben in der Berliner anthropologischen Gesellschaft (Sitzung vom 17. April 1880. Verh. S. 116) berichtet und will hier nur kurz wiederholen, dass er ortho-mesocephal (Längenbreiten-Index 77,7, Längenhöhen-Index 74,7) und recht prognath ist und dass er mich weniger an Melanesier, als an Negritos erinnerte. Auch er ist leptorrhin, dagegen chamaekonch und mesostaphylin. Seine Nase gleicht der des Palau-Insulaners: sie ist schmal, mit breitem, oben eingebogenem Rücken und grosser Apertur mit langen Praenasalfurchen. Der breite Gaumen hufeisenförmig. Das Gesicht, nicht die Schädelkapsel, kommt mit den Carolinen-Formen überein. Das zeigen auch die Photographien von Marshalls-Insulanern, namentlich die des Hrn. Finsch.

Sehr viel glücklicher war Hr. Krause in Bezug auf den Gilberts-Archipel. Er hat von demselben 22 Schädel zur Untersuchung gehabt und er findet folgende Mittel:

Capacität 1320 Cubik-Centimeter,	
Längenbreiten-Index	73,8,
Längenhöhen-Index	77,7.

Darnach schliesst er, dass hier noch der papuanische Typus von Neu-Britannien fortbestehe und dass sich nur gewisse fremde Beimischungen bemerklich machen. Allein seine Grundzahlen treffen nicht ganz zu. Ich erhalte bei Zusammenrechnung der auf S. 649—54 von ihm aufgeführten Einzelindices einen gemittelten Längenbreiten-Index

für	16 Männer	von 74,9,
für	6 Weiber	von 75,7,
für	22 Schädel	von 75,1,

also ein (schwach) mesocephales Maass. Dass diese Art der Mittelung aus den Einzel-Indices richtiger ist, als die von Hrn. Krause angewendete, beweist die Summirung der Einzelfälle nach seinen eigenen Indices. Darnach waren unter

16	Männerschädeln	8 mesocephale,
6	Weiberschädeln	4 „
22	Schädeln	12 mesocephale,

also mehr als die Hälfte.

Ich habe nur 7 Gilbert-Schädel zur Vergleichung; der eine der 6, von Dr. Finsch gesendeten, gehört zu einem gut erhaltenen Skelet. Alle 7 sind, soweit ich beurtheilen kann, männlich. Der erste derselben überschreitet das von Hrn. Krause als höchstes gefundenes Maass der Capacität von 1520 Cubik-Centimetern beträchtlich, denn er hat 1610. Auch das Gesammtmittel meiner Schädel ergiebt ein viel höheres Mittel, nämlich 1414 Cubik-Centimeter, so dass mir in der That die Grösse der Schädel sehr bemerkenswerth erscheint. Die in der beigegebenen Tabelle aufgeführten Schädel-Indices stimmen mit den neubritannischen erträglich, aber keineswegs in so auffälliger Weise, dass sie nothwendig zu einer Annahme besonders starker melanesischer Einmischung führen müssten. Im Gegentheil stehen sie den Mittelzahlen, welche oben für Ruk berechnet worden, ganz nahe. Dagegen entfernen sich die Gesichtsindices erheblich davon, namentlich zeigt sich eine ganz entschieden leptorrhine Bildung. Die Kieferstellung ist überwiegend orthognath und in keinem meiner Fälle ausgesprochen prognath; die Oberkieferfortsätze sämmtlich klein.

Die Mittelzahlen lauten:

Capacität	1414 Cubik-Centimeter
Längenbreiten-Index	73,5

Längenhöhen-Index	76,4
Nasen-Index	41,5.

Daraus ergiebt sich ein hypsidolichocephales Mittel; nur einer meiner Schädel ist mesocephal, so dass in dieser Beziehung durch die Sendungen des Hrn. Finsch eine gewisse Annäherung an die melanesischen Formen begünstigt wird. Um so mehr weicht aber die Gesammterscheinung ab. Für diese finde ich, wie ich schon früher bemerkte, viel mehr Analogien in den Kanaken-Schädeln von den Sandwichs-Inseln, also bei einer ausgemacht polynesischen Bevölkerung; ich behalte mir vor, dies bei einer anderen Gelegenheit weiter auszuführen.

Was endlich die l'Echiquier-Gruppe anbetrifft, so habe ich die beiden Schädel, welche Hr. Krause (S. 615) aus dem Museum Godeffroy beschreibt, schon in der Sitzung der Berliner anthropologischen Gesellschaft vom 16. Dec. 1876 (Verh. S. 292) besprochen. In der beifolgenden Tabelle habe ich die Maasse des neuen Schädels, den ich seitdem erhalten habe, hinzugefügt. Darnach ergeben sich folgende Zahlen:

	1.	2.	3.	Mittel
Capacität	1331	1150	1115	1198
Längenbreiten-Index	75,0	78,5	76,2	76,5
Längenhöhen-Index	79,3	81,2	78,5	79,6
Nasen-Index	41,8	48,0	43,7	44,5.

Sieht man über die verhältnissmässig kleine Zahl dieser Schädel weg, so ergäbe das eine verhältnissmässig kleinköpfige Rasse von hypsimesocephalem und leptorrhinem Bau, welche sich allerdings den Mikronesiern näher anschliesst, als den Melanesiern, welche jedoch keineswegs in allen Stücken sich gleich leicht einfügt. Ich will namentlich bemerken, dass ihr Prognathismus durchweg sehr mässig ist und dass die Schneidezähne des Unterkiefers in dem neuen Fall eine vielmehr opisthognathe Stellung haben und dem entsprechend eigenthümlich, von hinten nach vorn, abgenutzt sind. Die Nase ist nicht nur im Ganzen sehr schmal, sondern namentlich auch in dem sehr stark eingebogenen oberen Theil. —

Indem ich damit die Untersuchung abschliesse, muss ich zunächst constatiren, dass ich eine so grosse Regelmässigkeit der topographischen Disposition nicht zu erkennen vermag, dass gewissermaassen aus der blossen geographischen Lage einer Inselgruppe das Maass der Mischung, welches ihre Bevölkerung erfahren hat, sofort erschlossen werden könnte. Nicht einmal die Qualität der Mischung ist unzweifelhaft. Es ist möglich, dass der dolichocephale Zusatz, der deutlich erkennbar ist, aus melanesischen (papuanischen) Quellen stammt, aber es ist auch möglich, dass es mehrere dolichocephale Quellen giebt. In dieser Beziehung möchte ich namentlich daran erinnern, dass, wie ich nachgewiesen habe, im Innern von Luzon noch jetzt ein dolichocephaler Stamm, die Igorrotes, existirt, der gewiss nur schwer auf melanesische Ursprünge bezogen werden könnte. Andererseits habe ich in den alten Höhlenbewohnern der Philippinen eine mehr grossköpfige und starkknochige, vielleicht praemalayische Bevölkerung aufgefunden, welche sowohl zu den Kanaken der Sandwichs-Inseln, als auch zu den Gilberts-Insulanern vielfache Beziehungen darzubieten scheint.

Ebenso halte ich es nicht für ausgemacht, dass es nur eine Quelle für das brachycephale Element giebt, nämlich die Malayen. Vorläufig stehen die Negritos noch ausser aller Verbindung mit den Malayen, und die Frage, ob sich keinerlei Urbevölkerung dieser Art auf den mikronesischen Archipelen befunden habe, kann nicht füglich übergangen werden. Indess gehört dazu allerdings eine viel längere Untersuchung, als sie mir im Augenblick möglich ist.

Der Umstand, dass auf den Ladronen (Marianen) unzweifelhaft schon früh Tagalen sich beigemischt haben, unterstützt wesentlich die aus der physischen Analogie hergenommene Vorstellung, dass sie auch auf den Carolinen in den Aufbau der jetzigen Bevölkerung eingegriffen haben. Wir besitzen eine Reihe von Schädeln aus Grabhöhlen der Insel Samar (Philippinen), welche namentlich mit den Weiberschädeln von Ruk unverkennbare Ähnlichkeit darbieten.

So scheint es mir denn, dass gerade die Philippinen, mehr als die bis jetzt vorzugsweise herangezogenen Molukken, den Schlüssel zur Lösung der mikronesischen Frage darbieten. Wenn ich auch keineswegs die Melanesier von der weiteren Untersuchung aus-

schliessen möchte, so wird man doch nicht in Abrede stellen können, dass für ihre Praeexistenz in Mikronesien noch weit weniger beigebracht werden kann, als für ihre spätere Einwanderung. Die Frage der polynesischen Wanderungen lässt sich ungleich einfacher lösen, wenn man von der Anwesenheit der streitbaren und widerstandsfähigen Stämme der Papuas auf den nördlichen Inselgruppen absieht.

Ta-

A. Messungen an

Ruk (Carolinen).	Tolóas							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	♂	♂	♀	♂	♂	♀	♀	♀
Capacität	1552	1380	1250	1340	1400	1105	1300	1155
Grösste Länge . . .	192	186	176	185	189,5	173	196	184
Grösste Breite . . .	136	132	139	137	137	132	133	134
Aufrechte Höhe . . .	153(?)	134	137	144	140	136	128	134
Ohrhöhe	125	120	118	121	117	119	117	115
Frontalbreite	99	90	93	99	91	91,5	95	91
Gesichtshöhe (bis Nase)	—	124	99	117	117	102(?)	117	—
Jugalbreite	—	133	126	128	130	132	126	120
Malarbreite	97	98	96	99	101	107	98	90
Mandibularbreite . .	—	97	88	93	87	87	96	81
Orbitalbreite	42	43	39	42	40	40	41	39
Orbitalhöhe	35	34	31	33	35,5	34	36,5	31,5
Nasenhöhe	53,5	51	46	49	50	51	51,5	42
Nasenbreite	28	28	32	25	24,5	24	27	24,5
Gaumenlänge	57	54	49	53	55	—	50	—
Gaumenbreite	42	40	—	38	37	—	41	—
	Cond. tert.					Gelenk am For. m.		~~senil~~ Oss. tri~~q~~.

b e l l e I.

Schädeln des Ruk-Archipels.

				Etan				Tolóas		Fefan	Pis
9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
♀	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀
1105	1250	1145	1205	1460	1550	1305	1560	1250	1210	1125	1250
180	187	175	179	186	193	184	186	183	185	180	180
129,5	134	130	134	139	137	139	144	127	136	127	132
133	138	135	130	142	142	146	153	134	—	—	136
111	122	116	113	119	124	119	131	112	111	113	119
87	92	96	87,5	99	90	95	95	91	90	92	91,5
112	109	—	105	—	122	—	—	106	—	100	108
121	116	123,5	124	131	129	124	135	117	130	121	127,5
91	89	92	91	101	97	96	106	91	101	92 ?	92
84,5	81,5	88	91,5	—	89	86	101	90 ?	—	96	85
39	37,5	39	39	40	39	41	42	41	40	41	40,5
34	30	34	30	35	38	35	37	33	32	35	34
49,5	45,5	51	43	54	55,5	48	52,5	47,5	53	48,5	47
24	22	26	22,5	26	29	23	—	23,5	26	22	22,5
52	48	—	49	55	51 (!)	—	55,5	46	55	—	46
39	34	—	31,5	37	38	—	—	35	42	—	40
		senil, Höck. a.F.m. vorn.				senil.					Os apic.

B. Berech-

Ruk (Carolinen).	Tolóas							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
	♂	♂	♀	♂	♂	♀	♀	♀
Längenbreiten-Index .	70,8	71,0	78,9	74,1	72,3	76,2	67,8	72,5
Längenhöhen-Index .	79,7(?)	72,0	77,8	77,8	73,8	78,6	65,3	72,8
Breitenhöhen-Index .	112,5	101,5	98,5	105,1	102,1	103,0	96,2	100,0
Auricular-Index . .	65,1	64,5	67,0	65,4	61,7	68,8	59,7	62,5
Orbital-Index . . .	83,3	79,0	79,4	78,5	88,7	85,0	89,0	80,7
Nasen-Index . . .	52,3	54,9	69,5	51,0	49,0	47,0	52,4	58,3
Gaumen-Index . . .	73,7	74,0	—	71,7	67,2	—	82,0	—
Gesichts-Index . . .	—	93,2	78,5	91,4	90,0	77,2	92,8	—

Ta-

A. Messungen an anderen

Mikronesische Schädel	Gilberts-In-			
		49.	50.	177.
	♂	♂	♂	♂
Capacität	1610	1405	1300	—
Länge	190,5	194	185	187
Breite	142	137	137	135
Höhe	149	150	147	137

nete Indices.

				Etan				Tolóas		Fefan	Pis
9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
♀	♀	♀	♀	♂	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀
71,9	71,7	74,3	74,8	77,4	70,9	75,5	77,3	69,4	73,5	70,5	73,3
73,9	73,8	77,1	72,6	76,3	73,6	79,3	82,3	73,2	—	—	75,5
102,7	102,9	103,8	97,0	102,1	103,6	105,0	106,2	105,5	—	—	103,0
61,7	65,2	66,3	63,1	64,0	64,2	64,7	70,4	61,2	60,0	61,7	66,1
87,1	80,0	87,1	76,9	87,5	97,4	85,3	88,0	80,4	80,0	85,3	83,9
48,4	48,3	50,9	52,3	48,1	52,2	47,9	—	49,4	49,0	45,3	47,8
75,0	70,8	—	64,2	67,2	74,5	—	—	76,0	76,3	—	86,9
92,5	93,9	—	84,6	—	94,5	—	—	90,5	—	82,6	84,7

belle II.

mikronesischen Schädeln.

seln			Jaluit.	l'Échiquier.	Palau.
178.	179.	180.			
♂	♂	♂?	♂	♂	♂?
1350	1400	1400	1280	1115	—
182	190	184	182	172	168
136p	137t	141p	141,5	131tp	137tp
138	141	141	136	135	135

Mikronesische Schädel	Gilberts-In-			
		49.	50.	177.
	♂	♂	♂	♀
Ohrhöhe	124	123	124	117
Stirnbreite . . .	98	97	93	97
Gesichtshöhe A. .	135	132	124	—
„ B. .	82	76	74	74
Gesichtsbreite A. .	144	138	134	—
„ B. .	105	96	104	—
„ C. .	106	100	103	—
Orbitalbreite . . .	45	44	41	37
Orbitalhöhe . . .	41	36	38	46
Nasenhöhe . . .	58	57	57	56
Nasenbreite . . .	25	24	24	—
Gaumenlänge . . .	64	58	49	59
Gaumenbreite . . .	38	37	38	41
	Syn. sag.			

			B.	Berech-
Längenbreiten-Index	74,5	70,6	74,1	72,2
Längenhöhen-Index .	78,2	77,3	79,5	73,3
Breitenhöhen-Index .	105,6	109,4	107,2	101,4
Ohrhöhen-Index . .	65,3	63,4	67,0	62,6
Orbital-Index . .	91,1	81,8	92,6	80,4
Nasal-Index . . .	43,1	42,1	42,1	—
Palatinal-Index . .	59,3	63,7	77,5	69,4
Gesichts-Index . .	93,6	95,6	92,5	—

seln			Jaluit.	l'Échiquier.	Palau.
178.	179.	180.			
♂	♂	♂?	♂	♂	♂?
117	117	118	117	113	115
95	86	95	92	88	85
—	—	—	116	104	—
75	—	70	—	65	61
133	134	132	129	127,5	—
97	93	96	95	98	88
—	—	—	98	92	—
38,5	37,5	37	42	40	35
42	41	42	31	31	33
58	61	53	51	48	43
24	24	—	22,5	21	19
53	—	—	54,5	52	46
42	—	—	44	40	33,5 Jugendl.

nete Indices.

74,7	72,1	76,6	77,7	76,2	81,5
75,8	74,2	76,6	74,7	78,5	80,4
101,4	102,9	100,0	96,7	103,0	98,6
64,3	61,6	64,1	63,0	65,7	68,4
91,6	91,4	88,0	73,8	77,5	94,2
41,3	39,3	—	43,3	43,7	44,1
79,2	—	—	80,7	76,9	72,8
—	—	—	89,9	81,5	—

15. December. Sitzung der physikalisch-mathematischen Klasse.

Hr. Munk las: Zur Physiologie der Grosshirnrinde.

15. December. Sitzung der philosophisch-historischen Klasse.

Hr. Curtius las über die Mantik in Olympia.

Hr. Weber legte eine Mittheilung des Prof. G. Bühler in Wien, correspondirenden Mitgliedes der Akademie, vor:

Über ein altes kürzlich im Panjâb gefundenes Sanskṛit MS.

Im September dieses Jahres las ich in der Bombay Gazette eine Notiz, der zufolge im Panjâb ein alter Papyrus mit schwer leserlicher Sanskṛit-Schrift in einer Ruine gefunden sein sollte. Ich theilte diese Nachricht Hrn. Prof. Weber mit, welcher dieselbe auf dem Internationalen Orientalisten-Congresse zur Kenntniss der Mitglieder der Arischen Section brachte. Zu gleicher Zeit schrieb ich an K. M. Young Esq. B. C. S., Secretary to the Gov^{t} of the Panjâb, und ersuchte ihn um nähere Auskunft über den interessanten Fund. Durch die Güte dieses Herren bin ich in den Besitz eines Gutachtens über das Ms. gelangt, welches Major General A. Cunningham C. S. I., C. I. E. über dasselbe auf Wunsch des Lieut. Govr of the Panjâb verfasst hat. Ich entnehme demselben die nachstehenden Einzelheiten, deren Veröffentlichung den Sanskṛitisten vielleicht interessant sein dürfte.

Das Ms. welches in dem Yusufzai-Districte an der Nordwest-Grenze des Panjâb gefunden wurde, besteht aus etwa 50 sehr zerbrechlichen und verstümmelten Birkenblättern. Die Schrift ist Nâgarî und kann möglicher Weise dem 8ten oder 9ten saec. p. Chr. angehören. Dieselbe ist der auf den Kas'mîrî Münzen und Inschriften gebräuchlichen sehr ähnlich. General Cunningham glaubt deshalb, dass das MS. ein Kas'mîrisches sein könne und hält, falls dem so wäre, es nicht für unmöglich, dass das Buch erst dem 12ten oder einem späteren Jahrhunderte entstamme. Was den Inhalt betrifft, so scheint es ein astronomisches Werk zu sein, da viele Diagramme vorkommen, welche mit Zahlen gefüllt sind und die Worte lagna, karaṇa und paksha zu lesen sind. General Cunningham hat gefunden, dass es in Sûtra's eingetheilt ist und die

Worte pañchama sûtra, pañchaviṅs'atima sûtra, pañchâs'ama sûtra entziffert. Auf General Cunningham's Rath ist das Ms. an Dr. Hoernle in Calcutta gesendet, um von diesem näher untersucht und beschrieben zu werden. Vielleicht sollen auch einige Seiten oder, wenn es der Mühe werth erscheinen sollte, das Ganze photographirt werden.

Aus General Cunningham's Beschreibung scheint so viel hervorzugehen, dass das Werk nicht älter ist als die durch Hrn. Prof. F. Max Müller an's Licht gezogenen MSS. aus Japan, Korea und China. Wenn das MS. aber wirklich im Lande der Yusufzai's und in einer Ruine versteckt gefunden ist, so wird es sicher älter als das 11te Saec. p. Chr. sein, da der Nordwesten von Indien schon früh in die Gewalt der Muhammedaner fiel und dem Brahmanismus entrissen wurde. Wie ich oft in Rajputânâ, Gujarât und Kas'mîr gehört habe, pflegten die Brahmanen bei Muhammedanischen Einfällen ihre handschriftlichen Schätze sorgfältig zu verstecken um das „Antlitz der Sarasvatî" vor Entweihung zu bewahren. Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass dies mit diesem MS. sei es während der berühmten Expeditionen Mahmûd's des Ghazneviden oder noch früher geschehen ist. Man darf schwerlich annehmen, dass es in späterer Zeit noch Paṇḍits im äussersten Nordwesten von Indien gegeben hat. Das MS. wird somit sicher einen werthvollen Beitrag zur Kenntniss der literarischen Alphabete Indiens liefern. Was den Inhalt betrifft, so darf man nicht zu viel erwarten, da keine Seite vollständig erhalten ist. Es giebt übrigens wenig Werke über Astronomie in Sûtra's. Mit Sicherheit erinnere ich mich nur des Jaimini-Sûtra. Dr. Hoernle wird uns hoffentlich bald den zu wünschenden Aufschluss über den Titel des Werkes geben und uns wenigstens Photographien von einem Theile desselben zugänglich machen.

Hierzu bemerkte Hr. Weber noch Folgendes:

Das in der vorstehenden Mittheilung erwähnte astrologische Jaiminisûtram liegt mir, durch die Freundlichkeit G. Thibaut's in einem in Benares Saṃvat 1934 (1878) erschienenen lithographischen Drucke vor, auf 37 foll.; und zwar in Verbindung mit dem Subodhinî genannten Commentar eines Nîlakaṇṭha, welcher, zu-

folge v. 2 seiner Einleitung, vivasvadvaṅçâgnyâ(gryâ?)vanipativaraçrî-Raṇajito[1]) dayâmbhodher vâcâ schrieb. Er bezeichnet das Werk als ein jâtakaçâstram, und dass es zu dieser Stufe der Literatur gehört, erhellt denn auch sofort aus der vielfachen Verwendung griechischer termini technici. Es zerfällt in zwei adhyâya zu je vier pâda mit in Summa 402 sûtra, und zwar reicht I, 1 mit 35 sûtra bis fol. 8ª, 2 mit 120[2]) bis fol. 14ª, 3 mit 44 bis fol. 17ᵇ, 4 mit 49 bis fol. 20ᵇ, II, 1 mit 57 bis fol. 28ª, 2 mit 31 bis fol. 30ª, 3 mit 29[3]) bis fol. 32ᵇ, 4 mit 37 bis fol. 37ª.

Beginnt: upadeçaṃ vyâkhyâsyâmaḥ, — 2 abhipaçyanty ṛikshâṇi, — 3 pârçvabhe ca, — 4 tannishṭhâç ca tadvat, — 5 dâra 4 bhâgya 2 çûla 11 sthâ 'rgalâ nidhyâtuḥ, — 6 kâmasthâ tu bhûyasâ pâpânâṃ, — 7 rishpha 10 nîca 12 kâma 13 sthâ virodhinaḥ, — 8 na nyûnâ vivalâç ca.

Diese Probe genügt zum Erweise, dass es sich hier wirklich um sûtra-Styl, und zwar um einen sehr schwierigen dgl., handelt.

Von griechischen termini finden sich: âra Ἀρής 1, 4, 36. 2, 1, 40. 2, 2, kendra κέντρον 1, 3, 18. 20. 2, 4, 11, kemadruma κενοδρομος 1, 2, 118, kriya κρίος 1, 2, 70. 2, 1, 42. 2, 8, trikoṇa τρίγωνος[4]) 1, 1, 9. 2, 83. 3, 18. 20. 2, 1, 18. 54. 4, 24, dṛikkâṇa δεκανος 1, 3, 25. 26, rishpha, riṣpha ῥίφη 1, 1, 7. 2, 11. 39. 3, 43, horâ ὥρα 1, 1, 35.

Mehrfach wird auf eke (1, 1, 19. 2, 116. 2, 2, 8. 4, 33) oder kecit (2, 4, 29) Bezug genommen.

Neben Çiva (Çive bhakta), Gaurî, Lakshmî, Skanda, Vishṇu, Sâṃva, Tâmasî (bhûtâdidevatâ schol), Durgâ, Gaṇeça erscheinen 1, 2, 72 auch noch: kshudradevatâs, und 2, 1, 53 Brahman neben Maheçvara. — Von Interesse sodann ist die Aufzählung von Beschäftigungen und speciell von literarischen dgl. Namen in 1, 2, 95 fg.:

---

[1]) sollte hiermit etwa Runjit Singh gemeint sein? Das Jaiminisûtram ist in Kashmir bekannt. Bühler in s. Reisebericht p. xxxiv erwähnt ein Mspt desselben, und zwar als von dem Comm. eines Kṛishṇânanda Sarasvatî begleitet (nro. 531). — Der Eingang des obigen Commentars scheint im Übrigen allerdings dafür zu sprechen, dass, wie das Werk in Kâçî gedruckt ist, so auch der Vf. dieses Comm.'s in Kâçî lebte; denn er beginnt (nach den ersten beiden Einleitungsversen): atha pràktanakarmajnânânushṭheya-Kâçîvâsâdinâ jagaduddhâraṃ cikîrshuḥ karuṇâsiṃdhur Jaiminimuniḥ ....

[2]) 119 in der Ed., da zwei sûtra als 111 gezählt.

[3]) 28 in der Ed., da zwei sûtra als 14 gezählt.

[4]) ? trikoṇa kann eben eventualiter auch rein sanskṛitisch sein.

dhânushkaḥ (dhanushi nipuṇaḥ), ghaṭikâyaṃtrî, paramahaṅso laguḍî vâ, lohayaṃtrî, khaḍgî, kuṃtî, graṃthakṛit, kavir vâgmi kâvyajnaç ca, sarvavid graṃthikaç ca, vaiyâkaraṇo vedavedâṃgavic ca, mîmaṅsakaḥ, naiyâyaḳaḥ, sâṃkhyayogajnaḥ sâhityajno gâyaç ca, vedâṃtajno gîtijnaç ca, gaṇitajnaḥ, saṃpradâyasiddhiḥ (°ddhaḥ?).

Wenn der mîmâṅsaka hierbei vor den Anhängern der übrigen philosophischen Systeme genannt wird, so hängt dies wohl einfach damit zusammen, dass das mîmâṅsâsûtram ebenfalls den Namen des Jaimini trägt. — Jedenfalls ist es im Übrigen von Interesse, dass ein unter diesem Namen gehendes Werk sich ebenso mit griechischen termini vertraut zeigt, wie dies bei dem astrologischen Texte, welcher den Namen des Bâdarâyaṇa, des Vfs. des vedântasûtra trägt, der Fall ist (s. Kern Vorrede zu Varâhamih. Bṛihats. p. 51, meine Vorlesungen über ind. L. G.[2] p. 261. 278), und dass somit die Namen der Verfasser der beiden ältesten philosophischen Sûtra in einem andern Literaturzweige mit griechischen Quellen in unmittelbarer Beziehung erscheinen.

22. December. Gesammtsitzung der Akademie.

Hr. du Bois-Reymond berichtete über die bisherigen Ergebnisse der von Hrn. Prof. Gustav Fritsch zur weiteren Erforschung der elektrischen Organe der Fische unternommenen Reise.

Hr. Prof. Fritsch, dem die Akademie Mittel der Humboldt-Stiftung bewilligte, um in Aegypten an Malopterurus und Mormyrus, am Mittelmeer an Torpedo seine an Gymnotus begonnenen Untersuchungen über elektrische Organe fortzusetzen, ist am 28. Sept. d. J. in Alexandrien gelandet und sofort an die Arbeit gegangen, die er seitdem in Cairo, Suez, El Mansura im Delta, wie auch höher hinauf am Nil bis jenseit des ersten Kataraktes fortsetzte. Er hat mir eine Reihe Briefe voll wichtiger Ergebnisse geschrieben. Diese stelle ich hier kurz zusammen, da die Briefe wörtlich abgedruckt zuviel Platz nehmen, auch die zugehörigen Zeichnungen für die Monatsberichte sich nicht eignen würden. Der Augenblick erscheint um so passender, um über Prof. Fritsch's Arbeiten zu berichten, als dieser sich anschickt, Aegypten zu verlassen, daher seine Untersuchungen an Nilfischen, abgesehen von eingelegtem Material, vorläufig zu Ende sind.

I. Malopterurus electricus.

1. Zur Naturgeschichte, und zur Anatomie mit Ausschluss des elektrischen Organs.

Leider muss sogleich gesagt werden, dass es Prof. Fritsch so wenig wie seinen Vorgängern gelang, etwas Sicheres über Fortpflanzung und Entwickelung des Malopterurus zu erfahren. Vielmehr besteht derFortschritt, den er in dieser Kenntniss machte, wesentlich nur in der näheren Begründung der Einsicht, dass die hier entgegenstehenden Schwierigkeiten noch grösser sind, als wir bisher glaubten, da man nicht einmal weiss, wo der Zitterwels laicht. Hr. Babuchin hatte mündlich Prof. Fritsch die Vermuthung mitgetheilt, dass die Brutstätten des Malopterurus am oberen Nil zu suchen seien. Prof. Fritsch ist gleichfalls zur

Überzeugung gelangt, dass sich das Brutgeschäft keinesfalls im Nil selber vollzieht; über den Ort, wo es vor sich geht, wagt er keine Meinung zu äussern; die Ermittelung dieses Ortes ist die nächste hier zu lösende Aufgabe.

Aus der Annahme, dass der Malopterurus nicht im Nil laiche, erklärt sich erstens das monatelange Verschwinden des Fisches aus dem Strome; zweitens der unentwickelte Zustand, worin die Hoden der übrigens spärlich vorkommenden Männchen stets gefunden wurden. Prof. Fritsch traf auch die Eierstöcke im October so unentwickelt, „dass man von den untersuchten Individuen glauben möchte, „sie gelangten überhaupt nicht zur Fortpflanzung." Die Monate Juli und August erschienen ihm unter diesen Umständen als wahrscheinlichste Zeit für das Brutgeschäft. Drittens stimmt mit dieser Annahme, dass die arabischen Fischer nie kleinere als fingerlange Malopteruri sahen.

So wenig bestätigten sich in diesem Herbste, bei freilich ungewöhnlich hohem Stande des Nils und auffallend kaltem und rauhem Wetter, die üblichen Angaben über das Vorkommen des Fisches, dass es Prof. Fritsch während seines ganzen Aufenthaltes nicht gelang, ein lebendes Exemplar zu erhalten. Trotz der angestrengtesten Bemühungen und der Unterstützung sowohl einflussreicher Privatpersonen wie auch der Behörden, welchen er durch Vermittelung des Auswärtigen Amtes auf das Wirksamste empfohlen war, musste er mit Thieren vorlieb nehmen, die während des Transportes abgestorben waren. Ja während nach Bilharz die Häufigkeitscurve des Fisches ihr Maximum im November erreicht,[1] bekam Prof. Fritsch seit dem 23. November bis zu seinem letzten Brief, vom 11. December, überhaupt keinen Malopterurus mehr.

Neu und für künftige Forscher wichtig ist die Bemerkung, dass man das Geschlecht des Malopterurus äusserlich, an der Cloake, unterscheiden kann. Prof. Fritsch hat diesen Unterschied, auf welchen die Fischer ihn aufmerksam machten, bildlich dargestellt. Er fällt mit einem Unterschiede des Gesammthabitus zusammen, indem die von den Fischern als männlich bezeichneten Fische schlanker waren, und ihre grösste Breite den Brustflossen näher lag. Sonderbarerweise aber fand Prof. Fritsch Eierstöcke

[1] Das electrische Organ des Zitterwelses anatomisch beschrieben u. s. w. Leipzig 1857. Fol. S. 1.

in den von den Fischern als männlich bezeichneten Individuen. Deutliche Hoden in den angeblichen Weibchen sah er noch nicht. Dass die Bildung von Bedeutung, scheint daraus zu folgen, dass bei den angeblichen Weibchen die sogenannte Harnblase links, den angeblichen Männchen rechts vom Mesokolon liegt.

In meinem Werk über den Zitteraal regte ich die Frage an, ob die Schläge der Zitterfische sie vor Schmarotzern schützen?[1] In Bezug hierauf interessirt es, dass Prof. Fritsch bei Malopterurus zweimal eine schöne Taenie und ein Trichosomum, vier- bis fünfmal ein Phyllobothrium antraf, worüber, soviel er sich erinnerte, in der Literatur nichts steht.

2. Zur Anatomie des elektrischen Organs.

Gewichtsverhältnisse.

Bei Bilharz' Bestimmung, dass das Gewicht des Malopterurus-Organs $\frac{1}{3.55}$ des Körpergewichtes betrage,[2] scheint nach Prof. Fritsch ein Versehen vorgekommen zu sein, da selbst bei der von Bilharz angegebenen sehr ungewöhnlichen Länge von 22″ ein Malopterurus kaum 8 Pfd. wiegen dürfte. Prof. Fritsch's Wägungen an 19 Thieren, wobei die absoluten Gewichte (der Organe) von 9.8^{gr} bis 302.0^{gr} schwankten, ergaben für die leichtesten ein Verhältniss von etwas unter $\frac{1}{3}$, für die schwersten von nahe $\frac{1}{2}$. Soweit die Reihe ein Urtheil erlaubt, wächst das Verhältniss mit der Grösse des Fisches.[3] Die ungeheure Entwickelung des Or-

---

[1] Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal, Gymnotus electricus. Nach seinem Tode bearbeitet von E. du Bois-Reymond. Mit zwei Abhandlungen von Gustav Fritsch. Leipzig 1881. S. 293. 410.

[2] A. a. O. S. 29. — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 17. 18.

[3] Das Organ nimmt somit beim Wachsen schneller an Querschnitt zu, oder an Widerstand ab, als ob es sich ähnlich bliebe; d. h. schneller an Widerstand ab, als der Fisch an Länge zunimmt. Da Malopterurus im Süsswasser lebt, scheint dies im Widerspruch mit dem von mir bei Gymnotus erkannten Gesetze, wonach beim Wachsen des Fisches besonders die elektromotorische Kraft vergrössert wird (Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 15 bis 17). Doch ist nicht zu übersehen, dass am einzelnen Fisch das Zitterwelsorgan überhaupt schon so lang ist, wie es füglich sein kann, so dass, wenn beim Wachsen des Fisches seine Wirkung noch mehr gesteigert werden sollte, als durch das der Länge des Fisches proportionale Längen- und Dicken-

gans, verbunden mit der auffälligen Verkümmerung der Geschlechtsdrüsen, könnte, wie Prof. Fritsch bemerkt, fast die Vorstellung erwecken, als gehe das hochgesteigerte elektrische Vermögen einher mit Unfruchtbarkeit.

Gestalt der Fächer.

Die von Bilharz angegebenen Dimensionen der Platten fand Prof. Fritsch im Allgemeinen richtig; die Fächer passen sich ihnen besonders auf der (hinteren) Nervenseite eng an, und erscheinen nach dieser hin leicht convex. Die andere mehr ausgebuchtete Seite der Platte wird auch von einer mehr pyramidalen Fachwand überspannt, wozu der nach derselben Seite aufgebogene Rand der Platte erheblich beiträgt. Bei erwachsenen Individuen sind die bindegewebigen Fachwände sehr stark im Gegensatz zu jugendlichen, bei welchen sie bis zur Unkenntlichkeit zart erscheinen.

Zahl der Platten.

Die Zahl der Platten in einem mittelgrossen Malopterurus, von 320 mm Länge, veranschlagt Prof. Fritsch zu etwa anderthalb Millionen. Sorgfältig präparirte und conservirte Organe von verschieden grossen Exemplaren sind bestimmt, nach seiner Rückkehr zur Untersuchung zu dienen, ob sich der delle Chiaie-Babuchin'sche Satz von der Präformation der elektrischen Elemente [1] auch an Malopterurus bestätige.

Lage und Bau der Plattenstiele.

Die Stiele durchbohren von der Platte beginnend zunächst die Fachwände der hinter dem Plattennabel zusammenstossenden Nachbarplatten, stellen sich aber dann sofort diesen Wänden parallel.

Querstreifung im Stiel ist nicht wahrgenommen. Prof. Fritsch's Discussion über den Übergang des Stieles in die Terminalfaser des elektrischen Nerven eignet sich nicht zum Auszuge. Thatsächlich ist, dass der dünne Theil des Stieles sich gegen Goldsalze und Überosmiumsäure ähnlich verhält wie die Nerven, wenn die Platte noch ganz ungefärbt erscheint.

---

wachsthum des Organs, dies nicht anders möglich war, als durch noch weiteres Dickenwachsthum.

[1] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. „Präformation" im Register.

Homologie des elektrischen Nerven.

Bilharz hat Geoffroy St. Hilaire's Behauptung zurückgewiesen, der elektrische Nerv des Malopterurus sei der N. lateralis N. vagi;[1] aber weder er noch Andere sind dem Verlauf des N. vagus selber bei diesem Fische nachgegangen, und so entstand die Meinung, der Malopterurus besitze überhaupt kein Seitennervensystem. Zwar spricht Bilharz schon von einem N. lateralis N. trigemini, doch lässt er dessen Verhältniss zum Truncus lateralis N. trigemini anderer Fische unerörtert.

Prof. Fritsch gelang es ohne Schwierigkeit, beim Malopterurus ein vollständiges Seitennervensystem des N. vagus nachzuweisen, welches sich hinsichtlich der Verbreitung und des Ursprunges von dem verwandter unelektrischer Fische nur dadurch unterscheidet, dass es etwas tiefer liegt und Äste zur Analflosse sendet, die sonst der Ramus ventralis des N. lateralis Trigemini abgiebt.

Um die Bedeutung zu würdigen, welche Prof. Fritsch dieser Thatsache beilegt, muss man im Auge halten, dass nach Hrn. Babuchin die vollkommenen elektrischen Organe von Torpedo, die unvollkommenen des gemeinen Rochen, umgewandelter quergestreifter Muskel sind. Zwar ist bei Gymnotus der ontogenetische Beweis für das entsprechende Verhalten noch nicht geliefert, doch fehlt es nicht an histologischen Gründen dafür, und Prof. Fritsch hat gezeigt, dass Gymnotus gewisse Muskelpartien abgehen, von denen sehr wahrscheinlich ist, dass sie in elektrisches Gewebe verwandelt wurden.[2] Vom Malopterurus-Organ ist schon seiner Lage nach nicht zu verstehen, wie es quergestreiftem Muskel homolog sein sollte. Sichtlich gehört es dem Hautsystem an. Da der Ramus superficialis des vagalen Seitennerven, so weit bekannt, stets auf der quergestreiften Musculatur lagert, ist der vergleichend-anatomische Beweis erbracht, dass das Organ ein Hautorgan ist, und die Annahme, es sei aus quergestreiftem Muskel entstanden, erscheint unhaltbar, es sei denn, dass man solchen Muskel auch im Hautsystem nachweise.

Prof. Fritsch ist geneigt, den elektrischen Nerven als Homologon des Ramus ventralis lateralis N. trigemini zu deuten, da an der Stelle, wo er das Halsmark verlässt, die sogenannte aufstei-

[1] A. a. O. S. 15. 17.

[2] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 355.

gende Trigeminuswurzel liegt, und, um jene Deutung zu begründen, es nur des Nachweises bedürfte, dass diese Wurzel bei Malopterurus das Mark früher (d. h. weiter hinten) verlässt, als sonst.

Denkbare Homologie des Malopterurus-Organs.

Durch Hrn. Babuchin's Entdeckung der Entstehung des Torpedo- und des Rochen-Organs aus quergestreiftem Muskel, durch den von Prof. Fritsch gelieferten entsprechenden Nachweis bei Gymnotus, schien die schon von Hrn. Darwin selber bemerkte Schwierigkeit beseitigt, welche die elektrischen Organe, als der Homologie ermangelnd, der Descendenztheorie boten.[1] Wie aber ist bei Malopterurus diese Schwierigkeit zu heben, wenn kein quergestreifter Muskel da ist, der sich in elektrisches Gewebe verwandeln könnte? Prof. Fritsch hatte in unserem Buch über Gymnotus vermuthet, das Malopterurus-Organ sei aus glatten Muskeln der Haut entstanden.[2] Jetzt überzeugte er sich, dass auch glatte Muskelfasern der Fischhaut durchaus fehlen.

Indem er nun die Haut des Malopterurus genau auf ihre histologischen Elemente prüfte, stiess er auf eine Kategorie von Zellen, welche, von seinen Vorgängern unbeachtet, ihm in hohem Grade bemerkenswerth erschienen. Dies sind Gebilde ähnlich den von Hrn. Leydig in der Haut besonders sehr schlüpfriger Fische, wie des Aals und Schleies, beschriebenen „Schleimzellen".[3] Nach Hrn. Leydig kommen die Schleimzellen in der Aalhaut nur vereinzelt vor, und haben nur einen Kern. Wie eine von Prof. Fritsch mit dem Oberhäuser'schen Zeichenapparat entworfene Figur zeigt, lässt die Malopterurus-Haut solche Zellen in ungeheurer Menge erkennen; sie überragen weit die gewöhnlichen Epidermiszellen des Stratum Malpighii und der daran sich schliessenden zottenartigen Verlängerungen. Sie sind von birnförmiger, keulenförmiger oder mehr rundlich polygonaler Gestalt, und zeigen stets kürzere oder längere in die Tiefe dringende Fortsätze, deren einer als der vor-

[1] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 66 ff.

[2] Ebenda, S. 389.

[3] Leydig in v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. III. 1851. S. 2; — in seinem Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt a. M. 1857. S. 96. — Eine neuere Übersicht des Gegenstandes s. in Pagenstecher's Allgemeiner Zoologie u. s. w. Th. IV. Berlin 1881. S. 637.

nehmste sich an dünnen Schnitten bis in das Corium verfolgen lässt. Die durchschnittliche Grösse dieser Zellen beträgt 0.130^{mm} Länge bei 0.050^{mm} Breite. In Glycerinpräparaten erscheint ihre Wand deutlich punktirt. Im Inneren lagern stets mehrere Kerne, der Regel nach zwei, die mit einem helleren, öfter zu Ecken oder Spitzen ausgezogenen Hof umgeben sind. Diese Kerne sind gewöhnlich rundlich, von etwa 0.015^{mm} Durchmesser, oft auch unregelmässig, mit Spuren sich vollziehender Theilung.

An Goldpräparaten erkennt man, dass Axencylinder von Hautnerven sich höchst wahrscheinlich mit den in die Tiefe dringenden Zellfortsätzen verbinden. Jedenfalls stellt sich diese Verbindung überzeugender dar, als bei den Fortsätzen der Riechzellen höherer Thiere.

Die Schleimzellen sind nur etwa dreimal kleiner als die elektrischen Platten der kleinsten Zitterwelse, welche Prof. Fritsch in die Hände fielen. Er bildet eine Schleimzelle bei 540-, eine solche kleinste Platte bei 200maliger Vergrösserung ab, und die Ähnlichkeit beider Gebilde tritt so hervor. In der That entsteht die Frage, ob nicht die Malopterurusplatten mit den Schleimzellen einerlei Ursprunges, verwandelte Schleimzellen seien? Man hätte sich die Platten als entstanden zu denken durch eine unter Kernvermehrung vor sich gehende Entwickelung epithelialer Zellen zu elektrischen Riesenzellen. Die Kerne der Schleimzellen würden durch fortgesetzte Theilung zu den bekannten Sternzellen der elektrischen Platten.[1] Der mit Nerven in Verbindung tretende Fortsatz der Schleimzellen würde zum Stiel der Platte, an welchem man deshalb vergeblich nach Querstreifung sucht (s. oben S. 1152). So würde verständlich, dass die elektrischen Platten des Zitterwelses an beiden Flächen punktirt sind, während die des Zitterrochen und Zitteraales die Boll'sche Punktirung nur an der einen Fläche darbieten.[2] Auch die Innervation des Organs durch einen Trigeminuszweig erschiene in der Ordnung. Den Malopterurusplatten fehlte dann Hrn. Babuchin's *metasarkoblastisches* Glied,[3]

---

[1] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 41.

[2] Ebenda. S. 46. 290. 291. 391.

[3] Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1876. S. 503 ff.

es wäre, wie ich Prof. Fritsch's Gedanken einkleiden möchte, durch ein *metadenoblastisches* Glied ersetzt.

Freilich stösst diese Auffassung auf die Schwierigkeit, dass Schleimzellen und Organ durch das dichtgewebte Corium von einander getrennt sind. Im Hinblick auf ähnliche Verhältnisse an sogenannten Schmelzorgan der Zähne und an den Schweissdrüsen hält Prof. Fritsch diese Schwierigkeit nicht für unlösbar.

Vom physiologischen Standpunkt hätte ich Folgendes hinzuzufügen. Die Drüsen sind bekanntlich gleich Muskeln und Nerven der Sitz elektromotorischer Kräfte, welche da hervortreten, wo, wie beispielsweise an der Froschhaut, eine Fläche musivisch mit Drüsen besetzt ist. Der Froschhautdrüsenstrom zeigt beim Tetanisiren der Hautnerven eine Schwankung. Unter den Möglichkeiten, in Abwesenheit quergestreifter und glatter Muskeln, die Entstehung des elektrischen Organs in der Haut des Zitterwelses zu erklären, war auch die, dass es aus Hautdrüsen geworden sei. Hrn. Leydig's Angabe, dass der Fischhaut Drüsen fehlen,[1] schien dieser Vermuthung den Boden zu entziehen; nun käme sie dadurch wieder zu stehen, dass er die Schleimzellen der Fischhaut mit den einzelligen Drüsen der Wirbellosen vergleicht:[2] unter der Voraussetzung, dass die Ströme der Drüsen diesen selber, nicht, wie Hr. Engelmann will,[3] deren glatten Muskeln angehören. Es ist hier nicht der Ort, diese verwickelten Fragen genauer zu erörtern, nur der auffallenden Thatsache sei noch gedacht, dass während sonst die Fischhaut die Ströme der Amphibienhaut vermissen lässt, ich ähnliche Ströme, nur umgekehrt und schwächer, bei Malopterurus fand.[4] Eine Thatsache, deren Bedeutung aber wieder dadurch verdunkelt wird, dass Sachs dergleichen Ströme auch an der Haut von Gymnotus beschreibt,[5] dessen Organ sicher nicht aus Schleimzellen hervorging. Endlich wenn die Rede davon ist, dass elektrische Platten aus Schleimzellen entstehen könnten, muss an die

---

[1] Lehrbuch der Histologie u. s. w. S. 84.

[2] Ebenda, S. 97.

[3] Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie u. s. w. Bd. VI. 1872. S. 97 ff.

[4] Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik Bd. II. Leipzig 1877. S. 718.

[5] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 172.

ervorragende Rolle erinnert werden, welche nach Hrn. Weyl das ucin als chemischer Bestandtheil des Torpedo-Organs spielt.[1]

Es überrascht gewiss nicht wenig, die Lehre von den elektrischen Fischen schliesslich zur Lehre von der Absonderung in Beiehung treten zu sehen. Um so mehr beklagt man die Hinderüsse, die den einzigen sicheren Weg zur Lösung der angeregten ?ragen, den der Entwickelungsgeschichte des Organs, für's Erste llem Anschein nach fast aussichtslos versperren.

3. Zur feineren Anatomie des Nervensystems.

Centralorgan des Nervensystems überhaupt und elektrisches Centralorgan.

Die Untersuchung des Hirns und Rückenmarkes im Allgemeinen hat Prof. Fritsch aus leicht ersichtlichen Gründen noch nicht ausgeführt, sondern nur durch Conservirung von Material hinreichend vorbereitet, um sie zu Hause sicher vornehmen zu können. Nur die wunderbare Riesenganglienzelle im Halsmark, aus welcher nach Bilharz' Entdeckung im Jahr 1856 der Axencylinder des nicht minder wunderbaren elektrischen Nerven, wie wir glaubten dem Deiters'schen Fortsatze der motorischen Ganglienzellen vergleichbar, entspringt,[2] hat Prof. Fritsch schon jetzt mikroskopirt und mit dem Zeichenapparat abgebildet. Nicht das am wenigsten Merkwürdige an diesem Gebilde ist, dass die Emsigkeit der Histologen ein Vierteljahrhundert verstreichen liess, ohne dass meines Wissens wieder Einer es sich besah. Gleich Bilharz stiess Prof. Fritsch bei den Versuchen, die Ganglienzelle zu isoliren, auf grosse Schwierigkeiten. Er ging ihr daher mit dem Mikrotom zu Leibe, und stellte zunächst eine vollständige Serie sagittaler Rückenmarksschnitte her. Der erste Blick in das Mikroskop enthüllte ihm eine ebenso fremdartige wie bedeutende Thatsache: die elektrische Nervenfaser des Malopterurus ist kein Deiters'scher Axencylinderfortsatz der Riesenganglienzelle. Wie die eingesandte Figur zeigt, „erheben sich von dem „gleichmässig und fein granulirten Zellenleibe mächtige Protoplas„mafortsätze, welche meist unter baldiger Verästelung sich in be„stimmter Weise krümmen, so dass eine Art Mantel oder Geflecht

[1] Diese Berichte, s. oben S. 383.

[2] A. a. O. S. 22.

„um die Zelle etwa im Abstand ihres mittleren Durchmessers ge„bildet wird. Aus diesem Geflecht entsteht durch Verschmelzung „einer grösseren Anzahl von Fortsätzen die elektrische Nervenfaser."

Der Deiters'sche Fortsatz ist den motorischen Ganglienzellen eigenthümlich, und die elektrischen Ganglienzellen des Gymnotus-Rückenmarkes wie die des elektrischen Lappens bei Torpedo mit ihren typischen Axencylinderfortsätzen sind motorischen Zellen entschieden homolog. Die elektrische Zelle des Malopterurus-Rückenmarkes, obschon centrifugal thätig, entbehrt dieses motorischen Charakters. Andererseits bietet sie, wie Prof. Fritsch bemerkt, das prächtigste Beispiel für die von einigen Beobachtern behauptete, aber, soviel ihm bekannt, nie bewiesene Aussendung von Nervenfasern durch Protoplasmafortsätze. Von den theoretischen Betrachtungen, zu denen dieser Befund anregt, sei nur erwähnt, dass das Verhalten des elektrischen Nerven ihn an das der Chorda tympani erinnert, welche mit dem motorischen N. facialis austritt, um in einen Trigeminusast überzugehen und in einer Drüse zu enden. So verlasse die elektrische Nervenfaser das Rückenmark mit motorischen Nerven und schliesse sich einem Trigeminusast an, um zum elektrischen Organ (einem umgewandelten drüsigen Organ) zu verlaufen.

Die Zelle ist nicht, wie Bilharz angiebt, rundlich, sondern mehr unregelmässig linsenförmig. Die Linse ist im Fisch orientirt, als wäre die Krystalllinse im menschlichen Auge um einen rechten Winkel um ihren senkrechten Durchmesser gedreht. Die grosse Axe der Linse misst 0.210, die kleine 0.105^{mm} Durchmesser. Der Kern erreicht 0.060^{mm}; schon bei 200maliger Vergrösserung erweist er sich als bläschenförmig: man erkennt doppelt contourirte Kernmembran, Kernmantel und netzförmiges Gerüst von Kernsubstanz, mit excentrisch eingebettetem, 0.010^{mm} grossem Kernkörperchen. In diesem unterscheidet man noch ein stärker lichtbrechendes, hell aufleuchtendes Körnchen. Der Kern lagert in einem zarten, feinkörnigen Protoplasma, welches das neutrale Carmin willig aufnimmt: von dem bei motorischen Ganglienzellen so häufig vorhandenen Pigment ist keine Spur zu entdecken.

Die Fortsätze zeigen dieselbe Beschaffenheit wie das Zellprotoplasma, nur erscheint ihre Substanz zarter, durchsichtiger. Die

von ihnen ausstrahlenden feinsten Verzweigungen verlieren sich bald in der dichten Neuroglia der Umgebung. Die stärksten unter diesen Fortsätzen, welche, wie schon erwähnt, sich concentrisch um die Zelle krümmen, vereinigen sich nach unten zum breiten Ursprung der elektrischen Faser.

Der elektrische Nerv.

Die so entstandene Faser sieht höchst eigenthümlich aus, fast als habe ein gallertiges Gebilde durch Schrumpfen unregelmässige Falten gebildet. Dagegen zeigen die benachbarten breiten Axencylinder des Vorderstrang-Grundbündels, besonders die etwas weiter unten verlaufende, im Gesichtsfelde nicht mehr erscheinende Mauthner'sche Faser, ganz das bekannte bandförmige Aussehen, und Andeutung fibrillären Baues. Aus den um das Geflecht der Fortsätze angehäuften Markmassen sammelt sich die Markscheide der Faser; fälschlich lässt Bilharz sie erst aussen hinzutreten.

Starke, garbenartig zusammengruppirte Bündel von Stützfasern sind im Rückenmark um die Austrittsstelle der elektrischen Faser angehäuft. Sie setzen sich an die Pia mater, während von aussen aus dem Wirbelcanal gleichfalls starkes fibröses Gewebe an die Pia tritt, wodurch die austretenden Wurzeln ausserordentlich stark befestigt werden. Hier heftet sich auch die aus concentrischen Schichten um die austretende Faser sich bildende fibröse Faserscheide fest an.

Die von Bilharz abgebildeten Nervenwurzelgeflechte[2] zu präpariren, hält Prof. Fritsch für unmöglich, da es vollkommen mikroskopische Objecte sind. Bilharz' mikroskopisches Bild des elektrischen Nerven in seinem weiteren Verlaufe stimmt dagegen mit der Wirklichkeit befriedigend überein. Man erhält in der That schon bei der Untersuchung im frischen Zustand das Bild des Axencylinders mit den unsicheren Umrissen, wie Bilharz es zeichnet.[2]

Prof. Fritsch hat den Nerven in ganz schwachen Lösungen von Goldchloridkalium (1:4000) macerirt und unter dem Präparirmikroskop die Scheiden möglichst entfernt. Die letzten nicht ganz

[1] A. a. O. Taf. III. Fig. 7. 8.

[2] A. a. O. Taf. III. Fig. 9. 10.

zu entfernenden Reste der Scheiden zeigten sich noch deutlich fibrillär; die Axencylindersubstanz war körnig geworden und liess keine weitere Structur erkennen. Bald schienen die Körnchen mehr in Längs-, bald mehr in Querreihen angeordnet, bald schien es als sei eine fast flüssige Masse unter dem Einfluss der Präparation seitlich ausgewichen.

Über die Theilungen der Axencylinder, die dabei stattfindende Vermehrung der Nervensubstanz und Anderes mehr, behält sich Prof. Fritsch Untersuchungen an eingelegtem Material vor.

II. Mormyrus Spec.

Vorkommen.

Prof. Fritsch erhielt M. Caschive, oxyrhynchus, Hasselquistii, cyprinoïdes, dorsalis, bovei, elongatus (?) frisch in wechselnder Häufigkeit, wie es scheint, ungleich leichter als Malopterurus.

Bau des Mormyrus-Organs.

Nach Prof. Fritsch sind die verzweigten Röhrensysteme mit ihrem körnigen Inhalt, wie schon Marcusen vermuthete, Fortsetzungen der punktirten sogenannten nervösen Schicht der Platten, nicht „blasse Nervenfasern“ oder „verschmolzene Axencylinder“. Gegen die nervöse Natur der Röhrensysteme sprechen: die Art der Verbindung mit der Platte, der Zusammenhang des körnigen Inhaltes, die Ösenbildungen der Röhren, ihre Massenhaftigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Agentien, Reactionen bei Goldbehandlung, endlich gerade die Art ihrer Verbindung mit den Nerven. An der Mormyrus-Platte, besonders wo einzelne Nervenfasern häufig sind wie bei M. cyprinoïdes, ist die Grenze zwischen Zapfen und Nervenfaser leichter zu sehen als die zwischen Faser und Stiel an der Malopterurus-Platte (vergl. oben S. 1152). Von einem nach zwölfstündiger Behandlung eines solchen Organs mit Goldchloridkalium (1 : 2000) frisch dargestellten Sagittalschnitte hat Prof. Fritsch mit dem Oberhäuserschen Apparat bei 200maliger Vergrösserung eine Zeichnung entworfen, auf welcher ich die obigen Umstände deutlich vor Augen habe. Dies ist eins der Mormyrus-Organe mit gleichsam ausgestanzten Löchern in der Platte, durch welche Zapfen hindurchtreten, um sich mit Nervenfasern zu verbinden; ein Verhalten, welches

Max Schultze zu der sinnreichen, aber nach der Meinung anderer Histologen unhaltbaren Annahme führte, wodurch er die Abweichung des Malopterurus von der Pacini'schen Regel zu erklären versuchte.[1]

Mormyrus ein elektrischer Fisch.

Das Mormyrus-Organ gewinnt dadurch sehr an Interesse, dass es Prof. Fritsch gelang, unzweifelhafte elektrische Schläge davon zu erhalten. Rüppel,[2] Hr. Peters,[3] Hr. Hartmann[4] haben nie etwas von einer elektrischen Wirkung der Mormyri erfahren; nur Hr. Babuchin erzählt, dass, als ihm ein grosser M. oxyrhynchus lebend in Wasser gebracht wurde, und sein Diener ihn am Schwanz ergriff, er laut aufschrie und ihn mit den Worten von sich schleuderte: „Der Fisch habe ihm weh gethan wie der Raâd". Die Fischer lachten und sagten, dieser Fisch sei der Bruder des Raâd. Doch konnte Hr. Babuchin demselben Thiere keinen Schlag mehr entlocken.[5] Als er aber, bei späterer Gelegenheit, den Ischiadicus des Krötenschenkels, dessen er sich als stromprüfenden Froschschenkels bediente, einem Mormyrus über dem elektrischen Organ anlegte, sah er den Schenkel in Zuckungen begriffen. Sie hörten auf, wenn der Nerv einer vom Organ entfernten Stelle auflag, verstärkten sich, wenn er das rasch entblösste Organ berührte, und verschwanden dauernd, als das Organ durch einen Scheerenschnitt vom Rückenmark getrennt wurde. Sichtlich rührten die zuckungerregenden Schläge von Innervationswellen her, welche das absterbende Rückenmark aussandte; wie Muskeln eines absterbenden Thieres zuweilen fibrillär zucken. Die Versuche glückten vielmals an mehreren Mormyrusarten; nur bei M. cyprinoïdes versagte der Erfolg, entweder wegen ursprünglich zu geringer Kraft des Fisches, oder weil er zu schnell abstirbt.[6]

---

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 620. 621.

[2] Nach mündlicher Äusserung gegen Hrn. Leuckart. Van der Hoeven, Handbuch der Zoologie. Nach der zweiten holländischen Ausgabe. Bd. II. Leipzig 1852—56. S. 119. Anm.

[3] Naturwissenschaftliche Reise nach Mossambique u. s. w. Zoologie. IV Flussfische. Berlin 1868. 4°. S. 33.

[4] Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv u. s. w. 1861. S. 653.

[5] Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften u. s. w. 1875. S. 163.

[6] E. du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie u. s. w. 1877. S. 271.

Obschon Hr. Babuchin schon auf diese Thatsachen den Satz gründete: „Es existiren keine pseudoëlektrischen Organe.[1] Es „giebt nur grosse und starke und kleine und schwache elektri„sche Organe“ — wird man doch in der Erfahrung, die mir Prof. Fritsch am 9. d. aus Cairo telegraphirte, eine erhebliche Veränderung der Sachlage, und einen entscheidenden Fortschritt unseres Wissens anerkennen. Fortan wird man bei Aufzählung der elektrischen Fische sich nicht mehr auf Gymnotus, Malopterurus, die Torpedineen, vielleicht den gemeinen Rochen beschränken dürfen. Wenn wir zu beklagen pflegten, dass der Rhinobatus, der Tetrodon, der Trichiurus electricus der älteren Lehrbücher endlich als physiologische Mythen aufgegeben werden mussten,[2] und der gemeine Roche als kümmerlicher Ersatz dafür erschien, so sind wir für jene Einbusse durch die artenreiche Gattung der Mormyri jetzt vollauf entschädigt.

Prof. Fritsch war in Begriff, in El Mansura, wo er längere Zeit verweilte, am Nachmittag den Eisenbahnwagen nach Cairo zu besteigen, als ein arabischer Fischer ihm einen zwar nur 165^{mm} langen, aber recht lebendigen Mormyrus oxyrhynchus brachte. Da Hr. Christoffel, Vertreter des Hauses Planta in El Mansura, behauptete, beim zufälligen Anfassen des Thieres elektrische Entladungen verspürt zu haben, nahm Prof. Fritsch den Fisch in einem Gefäss mit Wasser auf die Reise mit, und bald gelang auch ihm, unzweifelhafte elektrische Schläge dem Mormyrus zu entlocken. Der Fisch litt sichtlich sehr unter der Eisenbahnfahrt, obschon Prof. Fritsch, um die Stösse zu dämpfen, das Gefäss in einem

---

[1] So hatte ich, vor dreissig Jahren, vorgeschlagen, die Organe des gemeinen Rochen, der Mormyri und des Gymnarchus niloticus zu nennen, weil sie sich anatomisch als elektrische Organe darstellten, ohne dass es noch gelungen war, elektrische Wirkungen von ihnen zu erhalten. Vergl. Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 621; — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 68.

[2] Vergl. Rudolphi, Grundriss der Physiologie. Berlin 1821. Bd. I. S. 198 ff.; — Tiedemann, Physiologie des Menschen. Bd. I. Darmstadt 1830. S. 522 ff.; — und noch Joh. Müller, Handbuch der Physiologie u. s. w. Bd. I. 3. Aufl. Coblenz 1838. S. 66. — Dagegen in der 4. Aufl., 1844, S. 63. 64 ist der Irrthum schon erkannt. Vergl. übrigens v. Olfers, Die Gattung Torpedo in ihren naturhistorischen und antiquarischen Beziehungen u. s. w. Berlin 1831. 4°. S. 5. 6.

Tuche schwebend in der Hand hielt. Auf den etwa halbstündlich sich folgenden Stationen versuchte er dann, den Mormyrus zum Schlagen zu bewegen, was auch trotz den sinkenden Kräften des Thieres auf allen gelang.

Es bestätigte jetzt ein mitreisender Europäer als dritte Person die elektrische Wirkung des Fisches, welcher in Tanta (der grossen Centralstation der Delta-Bahnen) gegen $6^h\ 50^m$ nach fast anderthalbstündiger Fahrt noch lebend ankam. Hier erhielt ein zufällig anwesender deutscher Bekannter, Hr. Hauptmann von Ahlers, im Ingenieurdienst beschäftigt, die letzte elektrische Entladung von dem Mormyrus, welcher anfing ein sterbendes Aussehen zu zeigen, und daher um 9^h aus dem Wasser genommen wurde, um conservirt zu werden.

Der Fisch hatte demnach seit $4^h\ 30^m$, wo er in Prof. Fritsch's Hände kam, bis um 7^h mindestens zwölf elektrische Entladungen vier verschiedenen gebildeten Europäern ertheilt, welche sämmtlich mit der Wirkung elektrischer Apparate vertraut sind. Ganz übereinstimmend verglichen diese Personen die Wirkung ihrem Charakter nach der eines plötzlich in Thätigkeit gesetzten Inductoriums, im Gegensatz zur momentanen Erschütterung durch eine Leydener Flasche.

Dass die Wahrnehmung des Mormyrus-Schlages bisher nicht gelang, lag in vielen Fällen wohl daran, dass man ihn nicht vortheilhaft vom Organ abzuleiten verstand. Wenn schon der Schlag nicht ganz kräftiger Zitterrochen nur bei unmittelbarer Berührung der Organe verspürt wird,[1] so ist dies vollends der Fall bei dem geringen Umfang des Mormyrus-Organs. Um die volle Wirkung zu erhalten, muss man die Finger genau den beiden Polen der horizontalen, aus Platten aufgebauten Säulen anlegen. Am besten fasst man mit der einen Hand die Schwanzwurzel des schwimmenden Thieres, und hebt es daran etwas aus dem Wasser, während ein Finger der anderen Hand die Gegend des vorderen Organrandes, oder des Afters, seitlich berührt.

Die Entladung des verhältnissmässig kleinen Fisches reichte anfänglich bis in die Elbogen, später wurde sie nur noch in der Hand oder dem berührenden Finger gefühlt. Prof. Fritsch empfand sie am stärksten in dem das Kopfende ableitenden Arm;

[1] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 128.

am Schwanzende war die Empfindung nicht nur schwächer, sondern auch dem Charakter nach verschieden, gleichsam milder.

Natürlich hängt die Entladung, wie bei den bisher bekannten elektrischen Fischen, vom Willen des Thieres ab, und nicht bei jeder Berührung erfolgt ein Schlag. Die Entladungen wurden von Zuckungen der äussersten Schwanzmuskeln begleitet, wie ähnliche Mitbewegungen an geschwächten Zitterrochen vorkommen.[1]

Leider fehlten Prof. Fritsch die Mittel, die Richtung des Schlages im Organe zu bestimmen. In meiner Abhandlung über lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse machte ich schon darauf aufmerksam, dass, wenn Hrn. Robin's Angabe über die Richtung des Schlages am gemeinen Rochen richtig ist, auch dieser, gleich dem Zitterwelse, der Pacini'schen Regel sich entzieht.[2] Es wird nun vom höchsten Interesse sein, zu erfahren, wie die verschiedenen Mormyrusarten sich zu dieser Regel stellen; denn die Organe der verschiedenen Arten sind im Ganzen so ähnlich gebaut, dass man fast sicher annehmen kann, auch die anderen Arten werden elektrische Wirkungen zeigen. Welche Fluth physiologischer Aufgaben damit hereinbricht, bedarf nicht der Ausführung.

III. Torpedo Spec.

Schon in Alexandrien und Suez begann Prof. Fritsch, die Beantwortung gewisser Torpedo betreffender Fragen vorzubereiten. Er begiebt sich jetzt, zur gründlichen Behandlung dieser Fragen, an das Mittelmeer; und es wird zweckmässig sein, bis zu volleren Berichten seinerseits die Erwähnung dessen zu versparen, was seine bisherigen Briefe über Torpedo enthalten.

---

[1] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 261. 262.

[2] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. S. 621.

Ferner las Hr. Kronecker:

Zur Theorie der elliptischen Functionen.

Die Formeln, welche Jacobi in der Einleitung zu seiner Abhandlung „sur la rotation d'un corps“ gegeben hat, lassen sich in einer einzigen Formel von bemerkenswerther Eleganz zusammenfassen. Bedeuten nämlich μ, ν alle positiven ungraden Zahlen, m und n aber alle ganzen Zahlen von $-\infty$ bis $+\infty$, so ist der Quotient von ϑ-Reihen

$$\frac{\Sigma(-1)^{\frac{\mu-1}{2}}\mu q^{\frac{1}{4}\mu^2}.\Sigma(-1)^{\frac{\nu-1}{2}}q^{\frac{1}{4}\nu^2}(x^\nu y^\nu - x^{-\nu}y^{-\nu})}{\Sigma(-q)^{m^2}x^{2m}.\Sigma(-q)^{n^2}y^{2n}}$$

eine Function $F(q, x, y)$, deren Entwickelung nach ganzen Potenzen der Variabeln x und y die Gleichung

$$\text{(I)} \qquad F(q, x, y) = \sum_\mu \sum_\nu q^{\frac{1}{4}\mu\nu}(x^\mu y^\nu - x^{-\mu}y^{-\nu})$$

ergiebt. Bezeichnet man mit r den absoluten Betrag von q, so muss $r < 1$ sein, und die Gleichung (I) gilt für alle Werthe von x und y, deren absoluter Betrag zwischen $r^{\frac{1}{2}}$ und $r^{-\frac{1}{2}}$ liegt. Ich habe die Gleichung (I) bereits im Juli 1876 der Akademie mitgetheilt, aber seither noch nicht durch den Druck sondern nur in meinen Universitätsvorlesungen veröffentlicht.

Setzt man in der Gleichung (I) $xy = z$, differentiirt nach z und nimmt alsdann $z = 1$, so resultirt die Formel

$$\text{(II)} \qquad \left\{\frac{\Sigma(-1)^{\frac{\nu-1}{2}}\nu q^{\frac{1}{4}\nu^2}}{\Sigma(-q)^{n^2}x^{2n}}\right\}^2 = \tfrac{1}{2}\sum_\mu \sum_\nu \mu q^{\frac{1}{4}\mu\nu}(x^{\mu-\nu} + x^{-\mu+\nu}),$$

und wenn $x = e^{\xi\pi i}$, $y = e^{\eta\pi i}$ gesetzt wird, gehen die beiden Formeln (I) und (II) in folgende über:

$$\frac{\Sigma(-1)^{\frac{\mu-1}{2}}\mu q^{\frac{1}{4}\mu^2}.\Sigma(-1)^{\frac{\nu-1}{2}}q^{\frac{1}{4}\nu^2}\sin(\xi+\eta)\nu\pi}{\Sigma(-q)^{m^2}\cos 2m\xi\pi\,\Sigma(-q)^{n^2}\cos 2n\eta\pi} = \sum_\mu \sum_\nu q^{\frac{1}{4}\mu\nu}\sin(\mu\xi+\nu\eta)\pi$$

$$\left\{\frac{\Sigma(-1)^{\frac{\nu-1}{2}}\nu q^{\frac{1}{4}\nu^2}}{\Sigma(-q)^{n^2}\cos 2n\xi\pi}\right\}^2 = \sum_\mu \sum_\nu \mu q^{\frac{1}{4}\mu\nu}\cos(\mu-\nu)\xi\pi$$

in welchen der absolute Betrag des imaginären Theiles von $2\pi\xi$ und $2\pi\eta$ kleiner sein muss als $\log r$.

Für die Function $F(q, x, y)$ besteht die Fundamental-Relation

$$\text{(III)} \qquad F(q, x, y) = q^{2mn} x^{2n} y^{2m} F(q, xq^m, yq^n),$$

mittels deren die sämmtlichen Functionswerthe von F auf solche reducirt werden, für welche die Werthe von x und y innerhalb des durch die Kreise mit den Radien $r^{\frac{1}{2}}$ und $r^{-\frac{1}{2}}$ begrenzten Ringes liegen.

Die Formel (I) kann unmittelbar aus dem Cauchy'schen Integralausdrucke hergeleitet werden, welchen man für die Function $F(q, x, y)$ erhält, wenn man dieselbe nur als Function von y betrachtet. Denkt man sich nämlich in

$$\int \frac{F(q, x, z)}{z - y} \cdot \frac{dz}{2\pi i}$$

die Integration erst über einen den Punkt y umschliessenden Kreis erstreckt, dessen Radius kleiner als $r^{-\frac{1}{2}}$ ist, alsdann über einen den Punkt y ausschliessenden Kreis, dessen Radius grösser als $r^{\frac{1}{2}}$ ist, so ist das Resultat der ersten Integration vermindert um das der zweiten gleich $F(q, x, y)$. Ersetzt man nun den ersten Kreis durch einen beliebig grossen, den zweiten durch einen beliebig kleinen, so treten nach dem Cauchy'schen Satze die Werthe von

$$-\frac{F(q, x, z)}{z - y}(z - \zeta)$$

an den Unstetigkeitspunkten ζ hinzu, d. h. lauter Glieder

$$-\tfrac{1}{2} \frac{q^{\frac{1}{2}\varepsilon\nu} x^{-\varepsilon\nu}}{\pm q^{\frac{1}{2}\varepsilon\nu} - y},$$

in denen ε die beiden Werthe $+1$ und -1 hat, und bei hinreichender Vergrösserung des einen und Verkleinerung des anderen Kreises werden, wie sogleich gezeigt werden soll, die Integrationsresultate unendlich klein. Auf diese Weise erhält man für $F(q, x, y)$ die Entwickelung

$$\sum_{\varepsilon} \sum_{\nu}{}' \frac{x^{\varepsilon\nu}}{y q^{\frac{1}{2}\varepsilon\nu} - y^{-1} q^{-\frac{1}{2}\varepsilon\nu}} \qquad (\varepsilon = +1, -1),$$

welche unmittelbar zu der Gleichung (I) führt.

Jenes Cauchy'sche Integral

$$\text{(J)} \qquad \int \frac{F(q,x,z)}{z-y}\,dz$$

kann auch als Summe von zwei Integralen

$$\int F(q,x,z)\,d\log z + \int \frac{F(q,x,z)}{z^{-1}-y^{-1}}\,dz^{-1}$$

dargestellt werden. Das erstere dieser beiden Integrale verschwindet, wenn die Integration über einen Kreis mit beliebigem Radius erstreckt wird, weil $F(q,x,z)$ eine ungrade Function von z, d. h. weil

$$F(q,x,z) = -F(q,x,-z)$$

ist; das letztere der beiden Integrale aber geht vermöge der Relation

$$F(q,x,z) = -F(q,x^{-1},z^{-1})$$

in das Integral

$$-\int \frac{F(q,x^{-1},z^{-1})}{z^{-1}-y^{-1}}\,dz^{-1}$$

über, und dieses — integrirt über einen Kreis mit dem Radius R — ist nichts Anderes als das Integral (J), integrirt über einen Kreis mit dem Radius $\frac{1}{R}$, wenn dabei x^{-1} für x und y^{-1} für y substituirt wird. Es ist also nur zu zeigen, dass das Integral (J) verschwindet, wenn die Integration über einen Kreis mit unendlich kleinem Radius erstreckt wird, und zwar auch dann, wenn x^{-1} an Stelle von x gesetzt wird. — Wird nun das Integral (J) über einen Kreis mit dem Radius $r^n\varrho$ genommen, so geht es, wenn $q = re^{wi}$ gesetzt und die Relation III angewendet wird, in

$$(rx^{-2})^n \int_0^{2\pi} \frac{F(q,x,\varrho\, e^{(v-nw)i})}{r^n - y\varrho^{-1}e^{-vi}}\,idv$$

über, und der Factor $(rx^{-2})^n$ — sowie auch $(rx^2)^n$, welches daraus entsteht, wenn man x^{-1} statt x setzt — wird mit wachsendem n unendlich klein, weil der absolute Betrag von x zwischen $r^{\frac{1}{2}}$ und $r^{-\frac{1}{2}}$ liegt; aber das mit dem Factor $(rx^{-2})^n$ multiplicirte Integral behält offenbar auch für unendlich grosse Zahlen n einen endlichen Werth, und es ist hiermit der oben vorbehaltene Nachweis vollständig geführt.

Setzt man $q = e^{\tau\pi i}$, $z = e^{\zeta\pi i}$ und alsdann (wie in den Monatsberichten vom Juli 1880 S. 697 und vom October 1880 S. 857):

$$\text{IV)} \qquad \begin{aligned} \sum_{\nu} (-1)^{\frac{\nu-1}{2}} q^{\frac{1}{4}\nu^2}(z^{\nu} - z^{-\nu}) &= i\vartheta(\zeta,\tau)\,, \\ \sum_{\nu} (-1)^{\frac{\nu-1}{2}} \nu q^{\frac{1}{4}\nu^2}(z^{\nu} + z^{-\nu}) &= \frac{1}{\pi}\vartheta'(\zeta,\tau)\,, \end{aligned} \qquad (\nu = 1,3,5,\ldots)$$

so ist, wenn zur Vereinfachung das zweite Argument in $\vartheta(\zeta,\tau)$ weggelassen und also $\vartheta(\zeta)$ an Stelle von $\vartheta(\zeta,\tau)$ genommen wird,

$$\text{(IV')} \qquad \begin{aligned} \sum_{\nu} q^{\frac{1}{4}\nu^2}(z^{\nu} + z^{-\nu}) &= \vartheta(\zeta + \tfrac{1}{2})\,, \\ \sum_{n} q^{n^2} z^{2n} &= q^{\frac{1}{4}} z\,\vartheta(\zeta + \tfrac{1+\tau}{2})\,, \\ \sum_{n} (-q)^{n^2} z^{2n} &= -iq^{\frac{1}{4}} z\,\vartheta(\zeta + \tfrac{\tau}{2})\,. \end{aligned} \qquad \begin{matrix} (\nu = 1,3,5,\ldots) \\ (n = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots) \end{matrix}$$

Wenn nun in üblicher Weise*) $\vartheta(\zeta)$ mit dem Index 1 versehen wird und die drei ϑ-Functionen mit den Indices $0, 2, 3$ durch die Gleichungen

$$\text{(V)} \quad \vartheta_0(\zeta) = -iq^{\frac{1}{4}} z\,\vartheta_1(\zeta + \tfrac{\tau}{2})\,,\ \vartheta_2(\zeta) = \vartheta_1(\zeta + \tfrac{1}{2})\,,\ \vartheta_3(\zeta) = q^{\frac{1}{4}} z\,\vartheta_1(\zeta + \tfrac{1+\tau}{2})$$

definirt werden, so ist bei Festhaltung der übrigen Bezeichnungen

$$2\pi i x y \sqrt{q}\, F(q,x,y) = \frac{\vartheta'(0)\,\vartheta(\xi+\eta)}{\vartheta(\xi+\frac{\tau}{2})\,\vartheta(\eta+\frac{\tau}{2})}$$

oder

$$-2\pi i F(q,x,y) = \frac{\vartheta_1'(0)\,\vartheta_1(\xi+\eta)}{\vartheta_0(\xi)\,\vartheta_0(\eta)}\,,$$

also gemäss der Formel (I)

$$\text{(I')} \qquad \frac{\vartheta_1'(0)\,\vartheta_1(\xi+\eta)}{\vartheta_0(\xi)\,\vartheta_0(\eta)} = 4\pi \sum_{\mu} \sum_{\nu} q^{\frac{1}{2}\mu\nu} \sin(\mu\xi + \nu\eta)\pi$$

und gemäss der Formel (II)

$$\text{(II')} \qquad \left(\frac{\vartheta'(0)}{\vartheta_0(\xi)}\right)^2 = 4\pi^2 \sum_{\mu} \sum_{\nu} \mu q^{\frac{1}{2}\mu\nu} \cos(\mu - \nu)\xi\pi$$

---

*) Vgl. Königsberger, Vorlesungen über die Theorie der elliptischen Functionen, S. 324 sqq.

oder auch

$$\left(\frac{\vartheta'(0)}{\vartheta_0(\xi)}\right)^2 = 2\pi^2 \sum_{\mu} \sum_{\nu} (\mu+\nu) q^{\frac{1}{2}\mu\nu} \cos(\mu-\nu)\xi\pi \ .$$

Nimmt man endlich die aus der Productentwickelung von $\vartheta(\zeta)$ unmittelbar hervorgehende Relation

$$\text{(VI)} \qquad \vartheta_1'(0) = \pi \vartheta_0(0)\vartheta_2(0)\vartheta_3(0)$$

hinzu, so resultiren die beiden Formeln

$$\text{(I'')} \quad \vartheta_2(0)\vartheta_3(0)\cdot\frac{\vartheta_0(0)\vartheta_1(\xi+\eta)}{\vartheta_0(\xi)\vartheta_0(\eta)} = 4\sum_{\mu}\sum_{\nu} q^{\frac{1}{2}\mu\nu}\sin(\mu\xi+\nu\eta)\pi \ ,$$

$$\text{(II'')} \quad \frac{\vartheta_0(0)^2\vartheta_2(0)^2\vartheta_3(0)^2}{\vartheta_0(\xi)^2} = 2\sum_{\mu}\sum_{\nu}(\mu+\nu)q^{\frac{1}{2}\mu\nu}\cos(\mu-\nu)\xi\pi \ ,$$

von denen die erstere, wenn man nach einander $\eta = 0, \frac{1}{2}, \frac{1+\tau}{2}$ setzt, die Reihenentwickelungen für die Quotienten

$$\frac{\vartheta_1(\xi)}{\vartheta_0(\xi)} \ , \ \frac{\vartheta_2(\xi)}{\vartheta_0(\xi)} \ , \ \frac{\vartheta_3(\xi)}{\vartheta_0(\xi)} \ ,$$

und also die im § 39 von Jacobi's Fundamenta enthaltenen Reihen für die elliptischen Functionen ergiebt. — Bei der oben angegebenen Herleitung dieser beiden Formeln mittels des Cauchyschen Integralausdrucks für $F(q, x, y)$ bedurfte es nur der Kenntniss der Unendlichkeits-Werthe von $F(q, x, y)$ d. h. also der Nullwerthe von $\vartheta_0(\eta)$. Da diese nun aus der Productenentwickelung der θ-Functionen resultiren, welche selbst ebenfalls aus dem Cauchyschen Integralsatze herzuleiten ist*), so erweist sich dieser als die alleinige Quelle der obigen Deduction. Aber anstatt, wie es bei dieser Deduction geschehen ist, die functionentheoretischen Eigenschaften von $F(q, x, y)$ zu Grunde zu legen, kann man auch — wie jetzt gezeigt werden soll — von der formalen Zusammensetzung des mit $F(q, x, y)$ bezeichneten Ausdrucks ausgehend zu einer directen Verification der Formel (I) gelangen.

---

*) Vgl. meine beiden Mittheilungen in den Monatsberichten vom Juli und October 1880 S. 696 und S. 857.

Bedeuten v und w zwei complexe Grössen, für welche der absolute Werth des reellen Theiles von $2v.\log q$ und $2w.\log q$ kleiner ist als der absolute Werth des reellen Theiles von $\log q$ selbst, so liegt der absolute Betrag von q^v und q^w zwischen $r^{\frac{1}{2}}$ und $r^{-\frac{1}{2}}$, und es gilt daher gemäss der Formel (I) die Entwickelung:

$$(\text{VII}) \qquad q^{2vw}F(q, q^v, q^w) = \sum_{\varepsilon,\mu,\nu} \varepsilon q^{\frac{1}{2}(2v+\varepsilon\mu)(2w+\varepsilon\nu)},$$

wo sich die Summation auf die beiden Werthe $\varepsilon = +1$ und $\varepsilon = -1$ und auf alle positiven ungraden Zahlen μ, ν bezieht. Ferner ist gemäss der Definition der Function $F(q, x, y)$:

$$(\text{VIII}) \quad 2q^{2vw}F(q,q^v,q^w) = \frac{\Sigma(-1)^n(2n+1)q^{(n+\frac{1}{2})^2}.\Sigma(-1)^n q^{(n+w+v+\frac{1}{2})^2}}{\Sigma(-1)^n q^{(v+n)^2}.\Sigma(-1)^n q^{(w+n)^2}},$$

wo sich die vier Summationen auf alle ganzen Zahlen n von $-\infty$ bis $+\infty$ beziehen. Zur Verification der Reihenentwickelung (VII) bedarf es also nur des Nachweises, dass das Reihen-Product

$$2\sum_{\varepsilon,\mu,\nu} \varepsilon q^{\frac{1}{2}(2v+\varepsilon\mu)(2w+\varepsilon\nu)}.\sum_n (-1)^n q^{(v+n)^2}.\sum_n (-1)^n q^{(w+n)^2}$$

oder die hiermit identische Reihe

$$(\text{IX}) \quad 2\sum_{\varepsilon,\mu,\nu,m,n} (-1)^{m+n} \varepsilon q^{\frac{1}{2}(2v+\varepsilon\mu)(2w+\varepsilon\nu)+(v+m)^2+(w+n)^2} \begin{pmatrix} \varepsilon = +1, -1 \\ \mu,\nu = 1, 3, 5, \ldots \\ m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \end{pmatrix}$$

mit dem Zähler auf der rechten Seite der Gleichung (VIII) d. h. also mit dem Reihen-Producte

$$(\text{X}) \qquad \sum_\varkappa (-1)^{\frac{\varkappa-1}{2}} \varkappa q^{\frac{1}{4}\varkappa^2}.\sum_\lambda (-1)^{\frac{\lambda-1}{2}} q^{(v+w+\frac{1}{2}\lambda)^2} \quad (\varkappa, \lambda = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \ldots)$$

übereinstimmt. Setzt man in dem Ausdruck (IX)

$$\lambda = m+n+\tfrac{1}{2}\varepsilon(\mu+\nu), \quad \varrho = -m+n+\tfrac{1}{2}\varepsilon(\mu-\nu), \quad \sigma = \tfrac{1}{2}(\mu+1),$$

so verwandelt sich derselbe in folgenden:

$$(\text{IX}') \quad 2\sum_{\lambda,\varrho} (-1)^\lambda q^{(v+w)(v+w+\lambda.)-\varrho(v-w)+\frac{1}{2}(\lambda^2+\varrho^2)} \sum_{\varepsilon,\sigma} (-1)^\sigma \varepsilon q^{\sigma(\sigma-\varepsilon\lambda+\varepsilon\varrho)} \sum_\mu q^{-\varepsilon\mu\frac{\cdot}{\cdot}},$$

n welchen die letzte Summation sich auf die Werthe $\mu = 1, 3, 5, \ldots 2\sigma - 1$ erstreckt. Bei Ausführung dieser Summation wird für $\varrho \gtrless 0$:

$$\sum_{\varepsilon,\sigma}(-1)^{\sigma}\varepsilon q^{\sigma(\sigma-\varepsilon\lambda+\varepsilon\varrho)}\sum_{\mu} q^{-\varepsilon\mu\varrho} = \sum_{\varepsilon,\sigma}(-1)^{\sigma}\frac{q^{\sigma(\sigma+\varepsilon\lambda-\varepsilon\varrho)} - q^{\sigma(\sigma+\varepsilon\lambda+\sigma\varrho)}}{q^{\varrho} - q^{-\varrho}},$$

ınd die Summation auf der rechten Seite ist auf $\varepsilon = +1$ und $= -1$ sowie auf alle ganzen positiven Zahlen σ zu erstrecken, la $\sigma = \frac{1}{2}(\mu + \nu)$ und sowohl μ als ν positiv ist. Setzt man aber $= \varepsilon n$, so wird der Ausdruck rechts gleich der Differenz der eiden Summen

$$\sum_{n}(-1)^{n} q^{n(n+\lambda-\varrho)}, \quad \sum_{n}(-1)^{n} q^{n(n+\lambda+\varrho)} \qquad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots),$$

lividirt durch $(q^{\varrho} - q^{-\varrho})$, und jede dieser beiden Summen ist gleich Null, da, wenn man $-m = n + \lambda \pm \varrho$ setzt,

$$\sum_{n}(-1)^{n} q^{n(n+\lambda\pm\varrho)} = \sum_{m}(-1)^{m+\lambda\pm\varrho} q^{m(m+\lambda\pm\varrho)} \quad (m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$$

wird, und $\lambda \pm \varrho$ ungrade ist. Es ist also in dem Ausdruck (IX′) nur noch $\varrho = 0$ zu nehmen, und derselbe reducirt sich daher, da alsdann $\sum_{\mu} q^{-\varepsilon\mu\varrho} = \sigma$ wird, auf die Reihe:

$$2\sum_{\varepsilon,\lambda,\sigma}(-1)^{\lambda+\sigma}\varepsilon\sigma\, q^{(\sigma+w+\frac{1}{2}\lambda)^2 + (\varepsilon\sigma - \frac{1}{2}\lambda)^2},$$

welche, wenn $2\varepsilon\sigma - \lambda = \varkappa$ gesetzt wird, in die Doppelreihe

$$(\mathrm{X}') \qquad \sum_{\varkappa,\lambda}(-1)^{\frac{1}{2}(\varkappa-\lambda)}(\varkappa+\lambda)\, q^{(\sigma+w+\frac{1}{2}\lambda)^2+\varkappa^2}$$

übergeht. In dieser verschwindet offenbar der mit λ multiplicirte Theil, weil für zwei entgegengesetzte Werthe von $\varkappa$ das Vorzeichen $-1)^{\frac{1}{2}(\varkappa-\lambda)}$ auch entgegengesetzte Werthe hat; der übrige mit $\varkappa$ multiplicirte Theil aber verwandelt sich unmittelbar in das Reihenproduct (X), wenn an Stelle des Vorzeichens $(-1)^{\frac{1}{2}(\varkappa-\lambda)}$ das Product $(-1)^{\frac{1}{2}(\varkappa-1)}(-1)^{\frac{1}{2}(\lambda-1)}$ genommen wird.

Der Werth von $2q^{2vw}F(q, q^{v}, q^{w})$ bleibt, wie aus dem Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung (VIII) ersichtlich ist,

ungeändert, wenn v oder w um eine Einheit vermehrt oder vermindert wird; aber die Reihenentwickelung (VII) muss alsdann modificirt werden. Indessen lässt sich auch die für beliebige Werthe von v und w geltende Reihenentwickelung in ganz einfacher Weise darstellen, wenn man mit $\varepsilon(h)$ das Vorzeichen des reellen Theiles von $h.\log\frac{1}{q}$ bezeichnet; alsdann ist nämlich

$$2q^{2vw}F(q,q^v,q^w) = \sum_{m,n}\left(\varepsilon(v+m+\tfrac{1}{2})+\varepsilon(w+n+\tfrac{1}{2})\right)q^{2(v+m+\frac{1}{2})(w+n+\frac{1}{2})},$$

wenn die Summation auf alle ganzen Zahlen m, n von $-\infty$ bis $+\infty$ erstreckt wird. Die Doppelreihe auf der rechten Seite dieser Gleichung ist eine Reihe von Potenzen einer beliebigen Variabeln, deren Exponenten die Producte von Gliedern zweier arithmetischen Reihen, und deren Coëfficienten in gewisser Weise als ± 1 oder 0 bestimmt sind; die Gleichung zeigt also, dass eine solche Doppelreihe sich als Quotient von ϑ-Reihen (VIII) ausdrücken lässt.

Nimmt man in der Formel (I') $\xi = \frac{1}{2}, \eta = 0$, so kommt

$$\frac{\vartheta_1'(0)\,\vartheta_2(0)}{\vartheta_0(0)\,\vartheta_0(\frac{1}{2})} = 4\pi\sum_{\mu,\nu}(-1)^{\frac{\mu-1}{2}}q^{\frac{1}{2}\mu\nu},$$

und dass der Ausdruck auf der rechten Seite gleich $\pi\vartheta_2(0)^2$ wird, kann auf arithmetischem Wege daraus gefolgert werden, dass die Anzahl der Darstellungen einer ungraden Zahl als Summe von zwei Quadraten sich durch den Überschuss der Divisoren von der Form $4n+1$ über diejenigen von der Form $4n+3$ ausdrückt. Es ergiebt sich daher auf diese Weise die obige Gleichung (VI) und mit Hülfe derselben resultirt aus der Gleichung (II') für $\xi = 0$ die Formel

$$\vartheta_2(0)^2\vartheta_3(0)^2 = 4\sum_{\mu,\nu}\mu q^{\frac{1}{2}\mu\nu},$$

welche den von Jacobi am Schlusse der Fundamenta entwickelten Fermat'schen Satz über die Darstellung der Zahlen als Summen von vier Quadraten enthält. Diese Formel erscheint aber hier auf wesentlich arithmetischem Wege hergeleitet, da bei der zuletzt angegebenen Verifications-Methode für die Gleichung (VII) nur arithmetische Mittel zur Anwendung gekommen sind.

Anhang.

In der Gesammtsitzung der Akademie am 10. November machte Hr. Virchow folgende Mitttheilung über

die letzten Schicksale und den Tod des Reisenden Johann Maria Hildebrandt.

Nachdem schon im Juni durch ein Telegramm des deutschen Konsuls Hrn. Ebenau in Tamatave die schmerzliche Nachricht von dem am 29. Mai zu Antananarivo erfolgten Tode des Hrn. Hildebrandt der Akademie gemeldet war, sind nunmehr ausführliche Berichte des Herrn Konsuls, sowie zweier Missionare, des Hrn. Dr. Borchgrewink von der norwegischen Mission in Antananarivo, und des Reverend W. Deans Cowan von der Friends Foreign Mission Association in Fianarantsoa eingegangen. Auch habe ich selbst noch einen Brief des Hrn. Hildebrandt erhalten, der unmittelbar nach seiner Rückkehr nach Antananarivo, am 27. April geschrieben ist.

Es ergiebt sich daraus, dass Hildebrandt in der Hauptstadt die Bekanntschaft des Hrn. Cowan gemacht und mit demselben eine Excursion zu den Betsileos, in deren Lande Fianarantsoa liegt, geplant hatte. Hildebrandt brach zuerst am 17. Januar auf und besuchte den vulkanischen Gebirgsstock Ankáratra, die höchste Erhebung Madagascar's. Cowan folgte ihm einige Tage später, um ihn der Verabredung nach im Nandehigana-Wald zu treffen. Der Aufenthalt Hildebrandt's im Ankáratra-Gebirge dauerte nur einige Tage, da das Wetter sehr schlecht war und er grosse Schwierigkeit hatte, seine Pflanzen zu trocknen. Er suchte deshalb eine norwegische Mission auf, um die Sachen zu trocknen, und ging dann langsam südwärts, hielt sich einen Tag in Ambositra auf und erreichte endlich den Nordrand des gedach-

ten Waldes, des einzigen, Hrn. Cowan bekannten Platzes, wo die schwarze Lemur-Art vorkommt. Hildebrandt blieb hier 4 oder 5 Tage und brachte eine schöne Sammlung, namentlich von Lemur-Fellen, zusammen, allein die Nässe und Kälte, sowie die ersten Anzeigen eines Fiebers trieben ihn schnell südwärts. Hr. Cowan erreichte ihn daher erst in Alarobia, etwa eine halbe Tagereise nördlich von Fianarantsoa, und brachte ihn am nächsten Tage in sein Haus. Er schien wieder gesund zu sein und befand sich in guter Stimmung. Sie blieben jedoch nur vom 6. bis 14. Februar in der Stadt; dann wurde beschlossen, mit der Familie Cowan deren „Waldhütte" aufzusuchen, um dort zu sammeln. Hildebrandt brach einige Tage früher nach Ankafana auf; als aber die Cowan's ihm am 17. nachreisten, fanden sie ihn wieder fieberig, sehr empfindlich gegen die Kälte, wenngleich im Ganzen wohl eingerichtet. Trotzdem blieben sie 7 Wochen und waren von früh bis Abends angestrengt thätig im Sammeln. Hildebrandt war meist unwohl und schwach, aber sobald er sich etwas erholte, stets beschäftigt, die Gegenstände zu bezeichnen, welche seine Diener sammelten. Hr. Cowan lobt namentlich seinen Hauptdiener Malrôky, welchem er das Verdienst zuschreibt, dass die Pflanzensammlung in so gutem Zustande habe hergestellt werden können. Glücklicherweise hatte man eine englische Wärterin, welche die Pflege des Kranken übernahm, aber die Schwäche desselben wurde zuweilen so gross, dass ihm Todesgedanken kamen und er laut beklagte, dass er seine Aufgabe ungelöst werde lassen müssen. Trotzdem überwachte er die Arbeit seiner Leute fortwährend und Hr. Cowan meint, dass niemals früher irgend ein Forscher in Madagascar eine so reiche Sammlung zusammengebracht habe. Endlich hielt man das Werk für vollendet und kehrte nach Fianarantsoa zurück. Nach wenigen Tagen Ruhe trat er in der Gesellschaft der Familie Cowan den Rückweg nach Imérina an, ohne, wie er beabsichtigt hatte, noch weiter südlich in das Bara-Land, wenigstens bis zu den Isalo-Bergen, zu gehen. Die Reise ging nur langsam vorwärts, aber sie erfrischte ihn so, dass in Nandehigana noch wieder ein Tag zur Vervollständigung der Sammlungen verwendet wurde, und dass nach der Ankunft in der Hauptstadt, am 25. April, sogar Pläne zu Ausflügen in die Umgegend gemacht werden konnten. In der That wurde auch Ambohipo besucht, wo das Haus von Radama's

Vater steht, in dem früher die berühmten öffentlichen Reden gehalten wurden.

Aus dieser Zeit stammt auch sein letzter Brief an mich, in welchem er freilich über Hydrops der Beine klagt, aber zugleich die Absicht ausspricht, nachdem er nunmehr Theile des Nordens, des Westens und des Südens der grossen Insel besucht und das centrale Hochplateau in mehreren Richtungen durchkreuzt habe, sich nach Osten zu wenden. Er gedenke einige Wochen in der Hauptstadt zu verweilen, da im Osten noch die Regenzeit herrsche; er wolle anthropologisches Material sammeln, seine Sammlungen verpacken und selbst zur Küste begleiten, da Transporte, die nicht genügend beaufsichtigt wären, oftmals unterwegs bestohlen würden.

Allein plötzlich, am 15. Mai, trat eine neue Magenblutung ein, wie die frühere, im Juni 1880, von der er unter der Pflege des Dr. Borchgrewink genesen war. Von diesem Tage an sank seine Gesundheit mehr und mehr. Am 21. Mai wiederholte sich die Blutung und er wurde so schwach, dass er seine letzten Verfügungen traf, den Transport seiner Sammlungen, die Ablöhnung seiner Leute, den Verbleib seiner Hunde u. s. w. bestimmte. Noch einmal trat eine kurze Ruhe ein, aber schon am 23. erfolgte der dritte Anfall, der ihn fast ganz blutleer machte. Er wurde nun in das Haus des Dr. Borchgrewink gebracht, aber sein Magen nahm keine Nahrungsmittel mehr an und als am 27. die Blutung von Neuem begann, verfielen seine Kräfte schnell. Er verlor die Besinnung und starb am Sonntag, den 29. Mai Morgens 3¼ Uhr.

Dr. Borchgrewink schreibt die Krankheit dem heftigen Fieberanfall zu, den er im Walde von Nandihigana erlitt. Unter der Assistenz des Dr. Goldberg und des Reverend Walen machte er die Autopsie, fand jedoch keine anatomische Veränderung des Magens, kein Geschwür, keine Gefässruptur. Die Milz war vergrössert, jedoch nicht bedeutend; sie sowohl, als die Leber waren durch Adhäsionen an das Zwerchfell befestigt. Herz und Lungen waren normal, und auch sonst wurden keine gröberen Abweichungen in dem Körper aufgefunden.

Die Beerdigung fand am 30. Mai unter allgemeiner Betheiligung der dort anwesenden Europäer auf dem norwegischen Kirchhofe Ambatovinaky statt. Dr. Borchgrewink sprach die Grabrede. Nach ihm hielt der französische Konsul und Kommissär der

Republik, Hr. Th. Meyer, als der einzige in Antananarivo anwesende diplomatische Vertreter, eine herzliche Ansprache in deutschen Worten, so herzlich, wie es nur ein Vertreter des deutschen Reiches irgend gekonnt hätte. Wir alle danken ihm dafür.

So endete dieser treue und glückliche Forscher, 9 Jahre nachdem er seine erste Afrika-Reise angetreten hatte. Keiner von allen Afrika-Reisenden hat mit so geringen Mitteln so viel geleistet. Jahrelang war er fast nur auf sich selbst und die Erträge seiner Sammlungen angewiesen, und doch hat er keine seiner Reisen ausgeführt, ohne der Wissenschaft neue Früchte heimgebracht zu haben. Die Akademie übernahm es zuerst, ihn mit ihren Mitteln zu unterstützen. Auf ihre Veranlassung entschloss er sich, nachdem sein Versuch, zum Kilimandscharo vorzudringen, durch die feindselige Haltung der Eingebornen abgeschlagen worden war, nach Madagascar zu gehen und dieses grosse, so wichtige und doch noch so wenig gekannte Gebiet zu erschliessen. Auch hier sind alle seine Unternehmungen vom Erfolg gekrönt gewesen. Nur sein Vertrauen auf seinen Körper hat ihn getäuscht.

Die Aufgabe seiner Freunde in der Heimath wird es nun sein, die Erinnerung an ihn durch die Bearbeitung seiner Hinterlassenschaft für die Nachwelt zu sichern. Seine Sammlungen sind noch zum Theil durch Hrn. Cowan, dessen Freundschaft gegen ihn sich in der wärmsten Weise bethätigt hat, inventarisirt worden und Dr. Borchgrewink, dieser treue Helfer im Leben, hat sich auch nach dem Tode bewährt, indem er alle Sammlungen, Instrumente und was irgend werthvoll erschien, an den deutschen Konsul in Tamatave übersendet hat.

Ich kann nicht besser schliessen, als mit den Worten des Hrn. Cowan: In Hildebrandt your country and especially your society has lost a valued subject. We have lost our friend, the remembrance of whose goodness will ever be cherished by us.

Verzeichniss der im Monat December 1881 eingegangenen Schriften.

Leopoldina. Amtliches Organ der K. Leop. Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Heft XVII. N. 21—22. Halle a. S. 1881. 4.

Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Jahrg. XIV. N. 17. 18. Berlin 1881. 8.

Preussische Statistik. Herausgegeben vom K. Statistischen Büreau in Berlin. LXII. Berlin 1881. 4.

Zeitschrift für das Berg-, Hütten- und Salinen-Wesen im Preussischen Staate. Bd. XXIX. Heft 5 (Suppl.-Heft.) Berlin 1881. 4.

Elektrotechnische Zeitschrift. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein. Jahrg. II. 1881. Heft XII. Dec. Berlin 1881. 8.

Astronomische Nachrichten. Bd. 100. Kiel 1881. 4.

57ster Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau 1881. 8.

Archiv des historischen Vereins von Unterfranken und Aschaffenburg. Bd. 24. Heft 2. 3. Bd. 25. Heft 2. 3. Würzburg 1880/81. 8.

Mittheilungen des Deutschen Archäologischen Institutes in Athen. Jahrg. VI. Heft 3. Athen 1881. 8.

Publicationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam. Bd. II. Potsdam 1881. 4.

Der deutsch-französische Krieg 1870—71. Redigirt von der kriegsgeschichtlichen Abtheilung des Grossen Generalstabes. Th. II. Heft 20. Berlin 1881. 8.

W. Grimm, *kleinere Schriften. Herausgegeben von H. Grimm.* Bd. 2. Berlin 1882. 8.

A. v. Reumont, *Vittoria Colonna. Leben, Dichten, Glauben im XVI. Jahrhundert.* Freiburg i. B. 1881. 8.

G. vom Rath, *Palaestina und Libanon.* Bonn 1881. 8. Sep.-Abdr.

A. B. Meyer, *über künstlich deformirte Schädel von Borneo und Mindanao im K. Anthropologischen Museum zu Dresden.* Leipzig & Dresden 1881. 4.

Sitzungsberichte der mathemat.-naturw. Classe der K. Akademie der Wissenschaften in Wien. Jahrg. 1881. N. XXIII. XXV. Wien. 8.

Mittheilungen der K. K. Central-Commission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale. Neue Folge. Bd. VII. Heft IV. Wien 1881. 4.

Die feierliche Installation des Rectors der Wiener Universität für das Studienjahr 1881/82. Wien. 8.

Th. von Oppolzer, *ist das Newton'sche Attractionsgesetz zur Erklärung der Bewegungen der Himmelskörper ausreichend?* Sep.-Abdr. Salzburg 1881. 4.

Erdélyi Muzeum. VIII. Évtolyam. 10 Szám. Kolozsvár 1881. 8.

Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. Vol. XLII. N. 9. London 1881. 8.

Proceedings of the Royal Geographical Society and Monthly Record of Geography. Vol. III. N. 12. London 1881. 8.

Journal of the Chemical Society. N. CCXXIX. Dec. 1881. London. 8.

Journal of the Royal Microscopical Society. Ser. II. Vol. I. P. 6. Decemb. 1881. London 1881. 8.

Journal of the Royal Geological Society of Ireland. Vol. XVI. P. 1. (N. Ser.) Vol. VI. P. 1. 1880—81. Edinburgh 1881. 8.

Journal of the Asiatic Society of Bengal. Vol. L. P. I. N. III & IV. 1881. Calcutta 1881. 8.

Bibliotheca Indica. New Series N. 466. Calcutta 1881. 8.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. 1881. Sem. II. T. XCIII. N. 20—24. Paris 1881 4.

Bulletin de l'Académie de Médecine. Sér. II. T. X. N. 47 — 51. Paris 1881. 8.

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et Documents. Série VI. Année 1. Cah. 11. Nov. Paris 1881. 8.

Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Bordeaux. Sér. II. Année IV. N. 23. 24. Bordeaux 1881. 8.

Association française pour l'avancement des Sciences. — Congrès de Reims 1880. Paris. 8.

Revue scientifique de la France et de l'étranger. Sér. III. Année I. Sem. 2. (T. 28.) N. 23—26. Paris 1881. 4.

Vivien de Saint-Martin, *Nouveau dictionnaire de Géographie universelle.* Fasc. 17. Paris 1881. 4.

G. Perrot & Ch. Chipiez, *Histoire de l'art dans l'antiquité.* T. 1. *L'Égypte.* Sér. III. Livr. 21—30. Paris 1881. 8.

Atti dell' Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei. Anno XXXIV. Sess. II. III. 1881. Roma 1881. 4.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. Vol. XVI. Disp. 7. Torino 1881. 8.

R. Comitato Geologico d'Italia 1881. Bollettino N. 9. 10. Sett. & Ottobre. Roma 1881. 8.

Bericht über die Verhandlungen und Ergebnisse der 3. internationalen Polar-Konferenz, abgehalten in St. Petersburg in den Tagen vom 1. bis 6. Aug. 1881. St. Petersburg. 4.

Materialien zur Kaukasischen Geologie. Bakinskisches Gouvernement etc. Bd. 3. Tiflis 1881. 8. (russ.)

Meddelanden of Societas pro Fauna et Flora Fennica. Häftet VI. VII. VIII. Helsingfors 1881. 8.

G. Retzius, *das Gehörorgan der Wirbelthiere. I. Das Gehörorgan der Fische und Amphibien.* Stockholm 1881. fol.

Niels Henrik Abel, *Oeuvres complètes.* Nouv. Édit. *Par L. Sylow et S. Lie.* T. I. Christiania 1881. 4.

Mémoires de l'Académie Royale de Copenhague. Série VI. *Classe des Sciences.* Vol. I. N. 1. 4. Copenhague 1881. 4.

Oversigt over det K. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar og dets Medlemmers Arbyder i Aaret 1881. N. 2. Kjøbenhavn 1881. 8.

C. Bock, *Reis in Oost- en Zuid-Borneo van Koetei naar Banjermassin.* 1e. Gedeelte & Atlas. 'S Gravenhage 1881. 4.

Bulletin de l'Académie Royale des Sciences de Belgique. Année 50. Sér. III. T. 2. N. 9. 10. Bruxelles 1881. 8.

van Ertborn, *texte explicatif du Levé géologique de la planchette de Lille, de Casterlé, d'Hérenthals (avec la collaboration de M. P. Cogels), de Renaix, par Mr. le capitaine E. Delvaux.* Bruxelles 1881. 8.

Levé géologique de la planchette XVI/3.4.7, XIX/8 de la Carte topographique de la Belgique. Feuille XXVI. XIX. 4 Bl. fol.

A. de Ceuleneer, *essai sur la vie et le règne de Septime Sévère.* Bruxelles 1860. 4. Sep.-Abdr.

— — —, *notice sur un diplome militaire de Trajan trouvé aux environs de Liège.* Liège 1881. 8.

Revista Euskara. Año IV. N. 41. Noviembre de 1881. Pamplona 1881. 8.

Anniversary Memoirs of the Boston Society of Natural History. 1830—1880. Boston 1880. 4.

Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XIX. N. 108. Jan. — June 1881. Philadelphia 1881. 8.

Bulletin of the Buffalo Society of Natural Sciences. Vol. IV. N. 1. Buffalo 1881. 8.

The American Journal of Science. Series III. Vol. XXII. N. 132. New Haven 1881. 8.

American Journal of Mathematics pure and applied. Vol. II. N 1. Baltimore 1881. 4.

The American Journal of Otology. Vol. III. N. 4. New York. 8.

Astronomical and Meteorological Observations made during the year 1876, at the U. S. Naval Observatory. P. I. (Vol. XXIII.) Washington 1881. 4.

Astronomical Papers prepared for the use of the American Ephemeris and Nautical Almanac. Vol. I. P. V. Washington 1881. 4.

A. Hall, *Observations of Double Stars made at the U. S. Naval Observatory.* Washington 1881. 4.

Observations of the Transit of Venus, December 8—9, 1874. Edited by S. Newcomb. Part I. Washington 1880. 4.

Wm. Harkness, *on the relative accuracy of different methods of determining the solar parallax.* Washington 1881. 8. Extr.

E. S. Holden & Ch. S. Hastings, *a synopsis of the scientific writings of Sir William Herschel.* Washington 1881. 8.

N. Stockwell, *theory of the Moon's motion.* Philadelphia 1881. 4.

Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1878. 1879. Washington 1879/80. 8.

Science, a weekly record of scientific progress. Vol. II. N. 74. Novbr. 1881. New York. 4.

Adalbert von Chamisso, *Faust. A dramatic sketch. Transl. from the German by H. Phillips jr.* Philadelphia 1881. 8.

H. Phillips jr., *Old-Time superstitions.* Philadelphia. 8. Extr.

Anales del Museo Nacional de Mexico. T. II. Entrega 4. Mexico 1881. 4.

La Naturaleza. T. V. Entrega 5. 6. 7. 8. Mexico 1880/81. 4.

Namen-Register.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind im Monatsbericht nicht mitgetheilt.

*Auwers, Festrede zur Feier des Jahrestages Friedrich's II., 107.

*————, Resultate der vierjährigen meteorologischen Beobachtungen auf dem Potsdamer Observatorium und ihrer Vergleichung mit den gleichzeitigen Berliner Beobachtungen, 413.

Baginsky, Dr. B., in Berlin, über die Schwindelerscheinungen nach Ohr-Verletzungen, 42 — 47.

Bauer, Professor in Königsberg, über eine Methode, die Brechungscoëfficienten einaxiger Krystalle zu bestimmen, und über die Brechungscoëfficienten des Brucits, 958 — 982.

Benfey, Theodor, dessen Tod angezeigt, 719.

Bergk, Theodor, dessen Tod angezeigt, 868.

Bernays, Jacob, dessen Tod angezeigt, 494.

du Bois-Reymond, Bericht des Curatoriums der Humboldt-Stiftung für das Jahr 1880, 107—109.

————————, über die bisherigen Ergebnisse der von Hrn. Prof. Gustav Fritsch zur weiteren Erforschung der elektrischen Organe der Fische unternommenen Reise, 1149 — 1164.

Brandt, Dr. K., in Berlin, Untersuchungen an Radiolarien, 388 — 404.

Brugsch, Mittheilungen über die Wiedereröffnung zweier Aegyptischer Pyramiden, 324 — 327.

Bruns, H., Professor in Berlin, Bemerkungen über den Lichtwechsel der Sterne vom Algoltypus, 48 — 60.

Bücking, Dr. H., in Berlin, vorläufiger Bericht über die geologische Untersuchung von Olympia, 315 — 324.

Bühler, G., über ein altes kürzlich im Panjâb gefundenes Sanskrit Ms., 1145—1146.
Bunsen, R. W., Adresse zu dessen 50jährigem Doctor-Jubiläum, 899—900.
Burmeister, Bericht über ein Skelet von Scelidotherium leptocephalum, 374—381.
Christiani, A., Professor in Berlin, experimentelle Beiträge zur Physiologie des Kaninchenhirnes und seiner Nerven, 213—227.
Conze, Deutung einer Figur in den pergamenischen Bildwerken, 275.
——, über die Zeit der Erbauung des grossen Altars zu Pergamon, 869—876.
Curtius, Festrede zur Feier des Leibniztages, 720—733.
———, über die Mantik in Olympia, 1145.
Sainte-Claire Deville, Étienne-Henri, dessen Tod angezeigt, 751.
Dessau, Dr. H., z. Z. in Rom, erhält den Preis der phil.-hist. Classe betr. das römische Zollwesen, 736.
Diels, Hermann, zum ordentlichen Mitgliede gewählt, 879.
Dillmann, über eine neuentdeckte punische Inschrift, 429—433.
————, über Baal mit dem weiblichen Artikel (ἡ Βάαλ), 601—620.
————, über das Kalenderwesen der Israeliten vor dem babylonischen Exil, 914—935.
Droysen, Project zu einer Preussischen Flotte 1751, 1—12.
———, Adresse zu seinem 50jährigen Doctor-Jubiläum, 880—882.
Duncker, über die Hufen der Spartiaten, 138—151.
————, über die Schlacht von Marathon, 277.
Eichler, über die weiblichen Blüthen der Coniferen, 1020—1070.
Ewald, Bericht über die Erdbeben auf Chios im April 1881, 802—805.
Finsch, Dr. O., Reisender der Humboldt-Stiftung, 108.
Goldstein, Dr. E., in Berlin, über die Reflexion elektrischer Strahlen, 775—781.
————, über den Einfluss der Kathodenform auf die Vertheilung des Phosphorescenzlichts Geissler'scher Röhren, 781—802.
————, über den Zusammenhang zwischen Gasdichte und Schichtintervall in Geissler'schen Röhren, 876—878.
Hanssen, Adresse zu dessen 50jährigem Doctorjubiläum, 743—744.
Heine, Eduard, in Halle, dessen Tod angezeigt, 913.
Helmholtz, über die auf das Innere magnetisch oder dielektrisch polarisirter Körper wirkenden Kräfte, 191—213.
————, weitere Studien über Polarisation des Platins, 868.
————, über galvanische Polarisation des Quecksilbers und darauf bezügliche neue Versuche des Hrn. Arthur Koenig, 945—958.
Hildebrandt, J. M., magnetische Beobachtungen in Antananarivo auf Madagascar, 136—137.

Hildebrandt, J. M., Bericht über seine letzten Schicksale und seinen Tod, von Virchow, 1173—1176.

Hofmann, über die Einwirkung der Wärme auf die Ammoniumbasen, 285—288.

———, Beiträge zur Kenntniss des Piperidins, 288—300.

———, Beiträge zur Kenntniss des Coniins, 363—373.

———, zur Geschichte der Pyridinbasen, 763—774.

Jireček, Dr. C., in Sofia, Beiträge zur antiken Geographie und Epigraphik von Bulgarien und Rumelien, 434—469.

Imhoof-Blumer, die euböische Silberwährung, 656—674.

Keller, Ferdinand, dessen Tod angezeigt, 868.

Kersten, Dr. O., in Berlin, Berechnung magnetischer Beobachtungen von J. M. Hildebrandt, 136—137.

Kiepert, über Pegolotti's vorderasiatisches Itinerar, 901—913.

*Kirchhoff, G., und Hansemann, Untersuchung über die Leitungsfähigkeit der Metalle für Wärme und Elektricität, 434.

Kirchhoff, A., über die Reste einer aus Aegypten stammenden Handschrift des Euripides, 982—989.

Koenig, A., in Berlin, Versuche über galvanische Polarisation des Quecksilbers, 945.

Kronecker, H., Professor in Berlin, und Cand. med. S. Meltzer, über den Schluckmechanismus und dessen nervöse Hemmungen, 100—106.

Kronecker, L., zur Theorie der Elimination einer Variabeln aus zwei algebraischen Gleichungen, 535—600.

———, zur Theorie der elliptischen Functionen, 1165—1172.

*Kuhn, über Zwerge als Lichtwesen, 268.

———, dessen Tod angezeigt, 494.

Kummer, Adresse zu dessen 50jährigem Doctorjubiläum, 895—898.

Landolt, Hans, zum ordentlichen Mitgliede gewählt, 879.

Lepsius, über die Wiedereröffnung zweier Aegyptischer Pyramiden nach Mittheilungen von Prof. Brugsch, 324—327.

———, Bericht über den Fortgang der von E. Naville unternommenen Herausgabe des Thebanischen Todtenbuches, 936—939.

Lingenthal, s. Zachariae von Lingenthal.

Lotze, Hermann, dessen Tod angezeigt, 751.

Meltzer, S., Cand. med. in Berlin, über den Schluckmechanismus und dessen nervöse Hemmungen s. H. Kronecker.

*Mommsen, über die Geschichte der Legio III Augusta, 13.

———, Festrede zur Feier des Geburtsfestes Sr. M. des Kaisers und Königs, 301—311.

*———, über Ammiani Geographica, 1019.

Munk, über die Hörsphären der Grosshirnrinde, 470—482.
———, zur Physiologie der Grosshirnrinde, 1144.
Olshausen, Forschungen auf dem Gebiete êränischer Sprachkunde, 675—696.
Peters, über die Chiropterengattung Mormopterus und die dahin gehörigen Arten, 482—485.
Pringsheim, zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie, 117—135.
———, über die primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation, 504—535.
Rammelsberg, experimentelle Grundlagen zur Theorie der Amalgamation, 79—100.
Riefs, Adresse zu dessen 50jährigem Doctor-Jubiläum, 495.
Reichert, über die Gefässsysteme der Leber, 228.
Roth, petrographische Beiträge, 35—42.
———, Bericht über die Erdbeben von San Miguel im Februar 1881, 805.
———, zur Geologie der Umgebung von Neapel, 990—1006.
Sachau, E., Professor in Berlin, eine dreisprachige Inschrift aus Zébed, 169—190.
Sachs, Dr. C. († 1878), Herausgabe seiner Untersuchungen über den Zitteraal durch du Bois-Reymond und Fritsch, 107.
Schott, über die sogenannten Zaubersprüche der Finnen, 486—494.
———, über die Rong oder Leptscha in Sikkim, mit besonderer Beziehung auf ihre Sprache, 1113.
Schrader, Ladanum und Palme auf den assyrischen Monumenten, 413—428.
———, über die Sargonsstele des Königlichen Museums, 503.
Schwendener, über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen, 833—867.
———, über das Winden der Pflanzen, 1077—1112.
Siemens, Beiträge zur Theorie des Elektromagnetismus, 697—719.
Sybel, v., über die Stammtafel der Amaler, 284.
———, über Talleyrand's Politik gegen Deutschland, 868.
Tobler, Adolf, zum ordentlichen Mitgliede gewählt, 879.
Vahlen, über die Anfänge der Heroiden des Ovid, 275.
———, Beiträge zur Berichtigung der Elegien des Propertius, 335—362.
Virchow, Mittheilungen aus einem Briefe des Hrn. J. M. Hildebrandt, 136. 137.
———, über die ethnologische Bedeutung des Os malare bipartitum, 230—267.
———, über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen, 315.

*Virchow, über Funde in kaukasischen Gräbern, 1113.
———, über mikronesische Schädel, 1113—1139.
———, über die letzten Schicksale und den Tod des Reisenden J. M. Hildebrandt, 1173—1176.
*Waitz, über eine alte Genealogie der Welfen, 405.
*———, über Hermann von Torma und die Geschichtschreibung der Sach 405.
———, Bericht über den Fortgang der Monumenta Germaniae historica 736—742.
Wattenbach, Wilhelm, zum ordentlichen Mitgliede gewählt, 879.
*Weber, über neue Erwerbungen der K. Bibliothek an indischen Hand schriften, 61.
*——— , über die heilige Literatur der Dschaina, 1112.
———, Bemerkungen zu einer Mittheilung des Hrn. Bühler über ein alt Sanskrit MS., 1146—1148.
Websky, über die Ableitung des krystallographischen Transformation Symbols, 152—169.
———, über die Interpretation der empirischen Octaid-Symbole auf R tionalität, 751—762.
——— , über das Vorkommen von Phenakit in der Schweiz, 1007—101
Weierstrafs, Nachtrag zu der am 12. August v. J. gelesenen Abhan lung „Zur Functionenlehre", 228—230.
Westermaier, Dr. M., in Berlin, Beiträge zur Kenntniss des mecha schen Gewebesystems, 61—78.
———, Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Pflanzen, II —1070.
Weyl, Dr. Th., in Erlangen, Beobachtungen über Zusammensetzung u Stoffwechsel des elektrischen Organs von Torpedo 381—387.
Zachariae v. Lingenthal, über eine lateinische Übersetzung von Buch der Basiliken, 13—34.
——— ———, Papyrusblätter vom Sinai-Kloster mit Bru stücken griechisch-römischer Iurisprudenz, 620—655.
Zobel de Zangroniz, Dr., in Madrid, über die antike Numismatik Hi niens, 806—832.
*Zeller, über die Messung psychischer Vorgänge, 275.
Zopf, Dr. W., in Berlin, über den genetischen Zusammenhang von S pilzformen, 277—284.

Sach-Register.

Adresse an den Prinzen Wilhelm von Preussen und Seine Gemahlin K. H. aus Veranlassung Ihrer Vermählung, 268; — zum 50jährigen Doctorjubiläum des Hrn. Bunsen, 899—900; — des Hrn. Droysen, 880—882; — des Hrn. Hanssen, 743—744; — des Hrn. Kummer, 895—898; — des Hrn. Riefs, 495.

Aegyptologie. — Lepsius, über die Wiedereröffnung zweier aegyptischer Pyramiden durch H. Brugsch, 324—337. — Derselbe, Bericht über die Herausgabe des Thebanischen Todtenbuchs von E. Naville, 936—939.

Algol, Theorie des Lichtwechsels der Veränderlichen vom Typus dieses Sterns, von Bruns, 48—60.

Amalgamation, experimentelle Grundlagen zur Theorie derselben, von Rammelsberg, 79—100.

Ammoniumbasen, über die Einwirkung der Wärme auf dieselben, von Hofmann, 285—288.

Anatomie der elektrischen Fische, 1149—1164.

vgl. auch Physiologie.

Anthropologie. — Virchow, über die ethnologische Bedeutung des Os malare bipartitum, 230—267. — Derselbe, über mikronesische Schädel, 1113—1139.

Archaeologie. — Kais. Deutsches Archaeologisches Institut, Jahresbericht, 312—313. — Lepsius, über die Wiedereröffnung zweier aegyptischer Pyramiden nach Mittheilungen von Prof. Brugsch, 324—327. — Conze, über die Zeit der Erbauung des grossen Altars zu Pergamon, 869—876. — Lepsius, Bericht über den Fortgang der von E. Naville unternommenen Herausgabe des Thebanischen Todtenbuches, 936—939.

Archaeologisches Institut, K. deutsches, in Rom und Athen, Jahresbericht für 1880, 312—313.

Aristoteles, Bericht über die akademische Ausgabe der griechischen Commentatoren desselben, 312.

Assimilationstheorie der Pflanzen, zur Kritik der bisherigen Grundlagen derselben, von Pringsheim, 117—135.

Assyrische Monumente, über Ladanum und Palme auf denselben, von Schrader, 413—428.

Astronomie. — Bruns, Bemerkungen über den Lichtwechsel der Sterne vom Algoltypus, 48—60.

Athmungscentren und centripetale Athmungsnerven des Kaninchenhirns von Christiani, 213—227.

Baal mit dem weiblichen Artikel (ἡ Βάαλ), von Dillmann, 601—620.

Basiliken, über eine lateinische Übersetzung von Buch 53 derselben, von Zachariae von Lingenthal, 13—34.

Berichte über akademische und mit der Akademie verbundene Unternehmungen: über die attischen Inschriften, 311 — über das Corpus Inscriptionum Latinarum, 311—312 — über die lateinische Palaeographie, 312 — über die Herausgabe der griechischen Commentare des Aristoteles, 312 — über die Veröffentlichung der politischen Correspondenz Friedrich's des Grossen, 313—314 — über die Publication der Staatsschriften aus der Regierungszeit Friedrich's des Grossen, 314 — über die Monumenta Germaniae Historica, 736—742 — über das K. deutsche Archaeologische Institut, 312—313 — über die Humboldt-Stiftung, 108—109 — über die Bopp-Stiftung, 733.

Berichtigungen, 750. 1076.

Bopp-Stiftung, Bericht der vorberathenden Commission für das Jahr 1880, 733.

Botanik. — Westermaier, Beiträge zur Kenntniss des mechanischen Gewebesystems, 61—78. — Pringsheim, zur Kritik der bisherigen Grundlagen der Assimilationstheorie der Pflanzen, 117—135. — W. Zopf, über den genetischen Zusammenhang von Spaltpilzformen, 277—284. — Pringsheim, über die primären Wirkungen des Lichtes auf die Vegetation, 504—535. — Schwendener, über Bau und Mechanik der Spaltöffnungen, 833—867. — Eichler, über die weiblichen Blüthen der Coniferen, 1029—1070. — Schwendener, über das Winden der Pflanzen, 1077—1112.

Brechungscoëfficienten des Brucits, bestimmt von Bauer, 973—982.

——————— einaxiger Krystalle, Methode zur Bestimmung derselben von Bauer, 958—973.

Brucit, Brechungscoëfficienten desselben, 973.

Bulgarien und Rumelien, Beiträge zur antiken Geographie und Epigraphik dieser Länder von Jireček, 434—469.

Chemie. — Rammelsberg, experimentelle Grundlagen zur Theorie der Amalgamation, 79—100. — Hofmann, über die Einwirkung der Wärme auf die Ammoniumbasen, 285—288. — Derselbe, Beiträge zur Kenntniss des Piperidins, 288—300. — Derselbe, Beiträge zur Kenntniss des Coniins, 363—373. — Derselbe, zur Geschichte der Pyridinbasen, 763—774.

Chronologie. — Dillmann, über das Kalenderwesen der Israeliten vor dem babylonischen Exil, 914—935.

Coniferen, über die weiblichen Blüthen derselben, von Eichler, 1020—1070.

Coniin, Beiträge zur Kenntniss desselben, von Hofmann, 363—373.

Elektrische Fische, 381—387. 1149—1164.

Elektrische Strahlen, über die Reflexion derselben, von Goldstein, 775—781.

Elektromagnetismus, Beiträge zur Theorie desselben, von Siemens, 697—719.

Elimination einer Variabeln aus zwei algebraischen Gleichungen, zur Theorie derselben, von Kronecker, 535—600.

Erânische Sprachkunde, Forschungen auf dem Gebiete derselben, von Olshausen, 675—696.

Erdbeben, von Chios und San Miguel 1881, 802—805.

Euböische Silberwährung, 656—674.

Euripides, über die Reste einer aus Aegypten stammenden Handschrift desselben, von A. Kirchhoff, 982—989.

Gestreden. — Zur Gedächtnissfeier Friedrich's II (Auwers), 107. — Zur Feier des Geburtsfestes S. Majestät des Kaisers und Königs (Mommsen), 301—311. — Zur Feier des Leibnizischen Jahrestages (Curtius), 720—733.

Ginnen, über die sogenannten Zaubersprüche derselben, von Schott, 486—494.

Glotte, über ein Project zu einer preussischen, 1751, von Droysen, 1—12.

Griedrich's des Grossen politische Correspondenz, 313.

——————— Staatsschriften, 314.

Gunctionenlehre, zur Abhandlung von Weierstrafs, 228—230.

Galvanische Polarisation des Quecksilbers, über neue Versuche von A. Koenig über dieselbe, von Helmholtz, 945—958.

Geifsler'sche Röhren, über den Einfluss der Kathodenform auf die Vertheilung des Phosphorescenzlichts derselben, von Goldstein, 781—802.

——————— über den Zusammenhang zwischen Gasdichte und Schichtintervall in denselben, von Goldstein, 876—878.

Geographie. — Jireček, Beiträge zur antiken Geographie und Epigraphik von Bulgarien und Rumelien, 434—469. — Kiepert, über Pegolotti's vorderasiatisches Itinerar, 901—913.

Geologie. — Roth, petrographische Beiträge, 35—42. — Bücking, vorläufiger Bericht über die geologische Untersuchung von Olympia, 315—324. — Berichte betreffend die Erdbeben von Chios und San Miguel, 802—805. — Roth, zur Geologie der Umgebung von Neapel, 990—1006.

Geschichte. — Droysen, Project zu einer Preussischen Flotte 1751, 1—12. — Duncker, über die Hufen der Spartiaten, 138—151. — Friedrich's des Grossen politische Correspondenz, 313. — Friedrich's des Grossen Staatsschriften, 314. — Waitz, Bericht über den Fortgang der Monumenta Germaniae historica, 736—742.

Gewebesystem, Beiträge zur Kenntniss des mechanischen, von Westermaier, 61—78.

Handschriften. — Zachariae von Lingenthal, über eine lateinische Übersetzung von Buch 53 der Basiliken, 13—34. — Derselbe, Papyrusblätter vom Sinai-Kloster mit Bruchstücken griechisch-römischer Jurisprudenz, 620—655. — A. Kirchhoff, über die Reste einer aus Aegypten stammenden Handschrift des Euripides, 982—989.

Hörsphären, über die — der Grosshirnrinde, von Munk, 470—482.

Humboldt-Stiftung, Bericht des Curatoriums für das Jahr 1880, 107.

Japanische Schädel, 230—267.

Inschriften. — Sachau, eine dreisprachige aus Zebed, 160—190. — Attische, 311. — Corpus Inscriptionum Latinarum, 311—312. — Schrader, Ladanum und Palme auf den assyrischen Monumenten, 413—428. — Dillmann, neu entdeckte punische Inschriften, 429—433. — Jireček, Beiträge zur antiken Geographie und Epigraphik von Bulgarien und Rumelien, 434—469.

Kalenderwesen der Israeliten, von Dillmann, 914—935.

Krystallographie. — Websky, über die Ableitung des krystallographischen Transformations-Symbols, 152—169. — Derselbe, über die Interpretation der empirischen Octaïd-Symbole auf Rationalität, 751—762. — Bauer, über eine Methode, die Brechungscoëfficienten einaxiger Krystalle zu bestimmen, und über die Brechungscoëfficienten des Brucits, 938—982. — Websky, über das Vorkommen von Phenakit in der Schweiz, 1007—1019.

Ladanum und Palme auf den assyrischen Monumenten, von Schrader, 413—428.

Magnetische Beobachtungen auf Madagascar, von J. M. Hildebrandt, 136—137.

Magnetisch oder dielektrisch polarisirte Körper, über die auf das Innere derselben wirkenden Kräfte, von Helmholtz, 191—213.

Malopterurus electricus, über Untersuchung desselben von Fritsch in Aegypten, 1149—1160.

Mathematik. — Weierstraſs, Nachtrag zu der am 12. August v. J. gelesenen Abhandlung „Zur Functionenlehre", 228—230. — Kronecker, zur Theorie der Elimination einer Variabeln aus zwei algebraischen Gleichungsn, 535—600. — Derselbe, zur Theorie der elliptischen Functionen, 1165—1172.

Mikronesische Schädel, 1113—1139.

Mineralogie. — Roth, petrographische Beiträge, 35—42. — Rammelsberg, experimentelle Grundlagen zur Theorie der Amalgamation, 79—100. — Websky, über das Vorkommen von Phenakit in der Schweiz, 1007—1019.

vgl. Geologie und Krystallographie.

Monumenta Germaniae historica, Jahresbericht der Central-Direction, 736—742.

Mormopterus, Chiropterengattung, über dieselbe und die dahin gehörigen Arten, von Peters, 482—485.

———— **Beccarii** n. sp., 484.

Mormyrus, Nachweis seiner elektrischen Eigenschaften, von Fritsch, 1160—1164.

Todtenbuch, Thebanisches, bearbeitet von E. Naville, 936—939.

Neapel, Geologie der Umgebung, von Roth, 990—1006.

Numismatik. — Imhoof-Blumer, die euböische Silberwährung, 656—674. — Zobel de Zangroniz, über die antike Numismatik Hispaniens, 806—832.

Octaïd-Symbole, über die Interpretation der empirischen auf Rationalität, von Websky, 751—762.

Olympia, vorläufiger Bericht über eine geologische Untersuchung, von Bücking, 315—324.

Os malare bipartitum, über die ethnologische Bedeutung desselben, von Virchow, 230—267.

Palaeographie, lateinische, 312.

Papyrusblätter vom Sinai-Kloster mit Bruchstücken griechisch-römischer Jurisprudenz, von Zachariae von Lingenthal, 620—655.

Pegolotti's vorderasiatisches Itinerar, über dasselbe von Kiepert, 901—913.

Pergamon, über die Zeit der Erbauung des grossen Altars daselbst, von Conze, 869—876.

Personal-Veränderungen, Übersicht für 1880—81, 107.

Petrographische Beiträge, von Roth, 35—42.

Phenakit, Vorkommen desselben in der Schweiz, von Websky, 1007—1019.

Philologie, lateinische. — Vahlen, Beiträge zur Berichtigung der Elegien des Propertius, 335 — 362.

————, griechische. — Commentare zu Aristoteles, 312.

————, orientalische. — Dillmann, über Baal mit dem weiblichen Artikel (ἡ Βάαλ), 601—620. — Olshausen, Forschungen auf dem Gebiete érânischer Sprachkunde, 675 — 696. — Bühler, über ein altes kürzlich im Panjâb gefundenes Sanskrit MS, nebst Bemerkungen von Weber, 1146 —1148.

Physik. — Helmholtz, über die auf das Innere magnetisch oder dielektrisch polarisirter Körper wirkenden Kräfte, 191—213. — Siemens, Beiträge zur Theorie des Elektromagnetismus, 697—719. — Goldstein, über die Reflexion elektrischer Strahlen, 775 — 781. — Goldstein, über den Einfluss der Kathodenform auf die Vertheilung des Phosphorescenzlichts Geifsler'scher Röhren, 781— 802. — Goldstein, über den Zusammenhang zwischen Gasdichte und Schichtintervall in Geifsler'schen Röhren, 876 — 878. — Helmholtz, über galvanische Polarisation des Quecksilbers und darauf bezügliche neue Versuche des Hrn. Arthur Koenig, 945—958.

Physiologie. — Baginsky, über die Schwindelerscheinungen nach Ohr-Verletzungen, 42 — 47. — H. Kronecker & Meltzer, über den Schluckmechanismus und dessen nervöse Hemmungen, 100 — 106. — Christiani, experimentelle Beiträge zur Physiologie des Kaninchenhirnes und seiner Nerven, 213 — 227. — Weyl, Beobachtungen über Zusammensetzung und Stoffwechsel des elektrischen Organs von Torpedo, 381 — 387. — Brandt, Untersuchungen an Radiolarien, 388 — 404. — Munk, über die Hörsphären der Grosshirnrinde, 470 — 482. — du Bois-Reymond, über die Beobachtungen von Prof. Fritsch in Aegypten an Zitterwelsen und Mormyrus, 1149 — 1164.

vgl. auch Botanik.

Piperidin, Beiträge zur Kenntniss desselben, von Hofmann, 288 — 300.

Polarisation, galvanische, s. Galvanische Polarisation.

Polarisirte Körper, s. Magnetisch oder dielektrisch polarisirte Körper.

Preisbewerbungsschriften, Beurtheilung der bei der philosophisch-historischen Klasse eingegangenen, das römische Zollwesen betreffend, 734 — 736.

Preisfrage der physikalisch-mathematischen Klasse von 1875 und 1878, unbeantwortet geblieben, 736.

Propertius, Beiträge zur Berichtigung der Elegien desselben, von Vahlen, 335 — 362.

Pyramiden, über die Wiedereröffnung zweier aegyptischer, nach Mittheilungen von Prof. Brugsch, von Lepsius, 324 — 327.

Pyridinbasen, zur Geschichte derselben, von Hofmann, 763 — 774.

Quecksilber, über galvanische Polarisation desselben und darauf bezügliche neue Versuche des Hrn. Arthur Koenig, von Helmholtz, 945—958.

Radiolarien, Untersuchungen an denselben, von Brandt, 388—404.

Rechtskunde. — Zachariae von Lingenthal, über eine lateinische Übersetzung von Buch 53 der Basiliken, 13—34. — Derselbe, Papyrusblätter vom Sinai-Kloster mit Bruchstücken griechisch-römischer Jurisprudenz, 620—655.

Rumelien und Bulgarien, Beiträge zur antiken Geographie und Epigraphik derselben, von Jireček, 416—469.

Sanskrit MS., über ein altes kürzlich im Panjâb gefundenes, von Bühler und Weber, 1145—1148.

Scelidotherium leptocephalum, Bericht über ein Skelet, von Burmeister, 374—381.

Schädel, japanische, 230—267; mikronesische, 1113—1139.

Schluckmechanismus und dessen nervöse Hemmungen, von H. Kronecker und Meltzer, 100—106.

Schwindelerscheinungen nach Ohr-Verletzungen, von Baginsky, 42—47.

Spaltöffnungen, über Bau und Mechanik derselben, von Schwendener, 833—867.

Spaltpilzformen, über den genetischen Zusammenhang derselben, von Zopf, 277—284.

Spanische Münzen, 806.

Spartiaten, über die Hufen derselben, von Duncker, 138—151.

Sprachkunde, Forschungen auf dem Gebiete der êrânischen, von Olshausen, 675—692.

Todesanzeigen. — A. Kuhn, 494. J. Bernays, 494. Th. Benfey, 719. E. H. Sainte-Claire Deville, 751. H. Lotze, 751. Th. Bergk, 868. F. Keller, 868. E. Heine, 913.

Todtenbuch, thebanisches, Bericht über die Herausgabe desselben durch E. Naville, von Lepsius, 936—939.

Torpedo, Beobachtungen über Zusammensetzung und Stoffwechsel ihres elektrischen Organs, von Weyl, 381—387.

Transformations-Symbol, über die Ableitung des krystallographischen, von Websky, 152—169.

Vegetation, über die primären Wirkungen des Lichtes auf dieselbe, von Pringsheim, 504—535.

Wahl von ordentlichen Mitgliedern. — H. Landolt, 879. A. Tobler, 879. W. Wattenbach, 879. H. Diels, 879.

Winden der Pflanzen, über dasselbe, von Schwendener, 1077—1112.

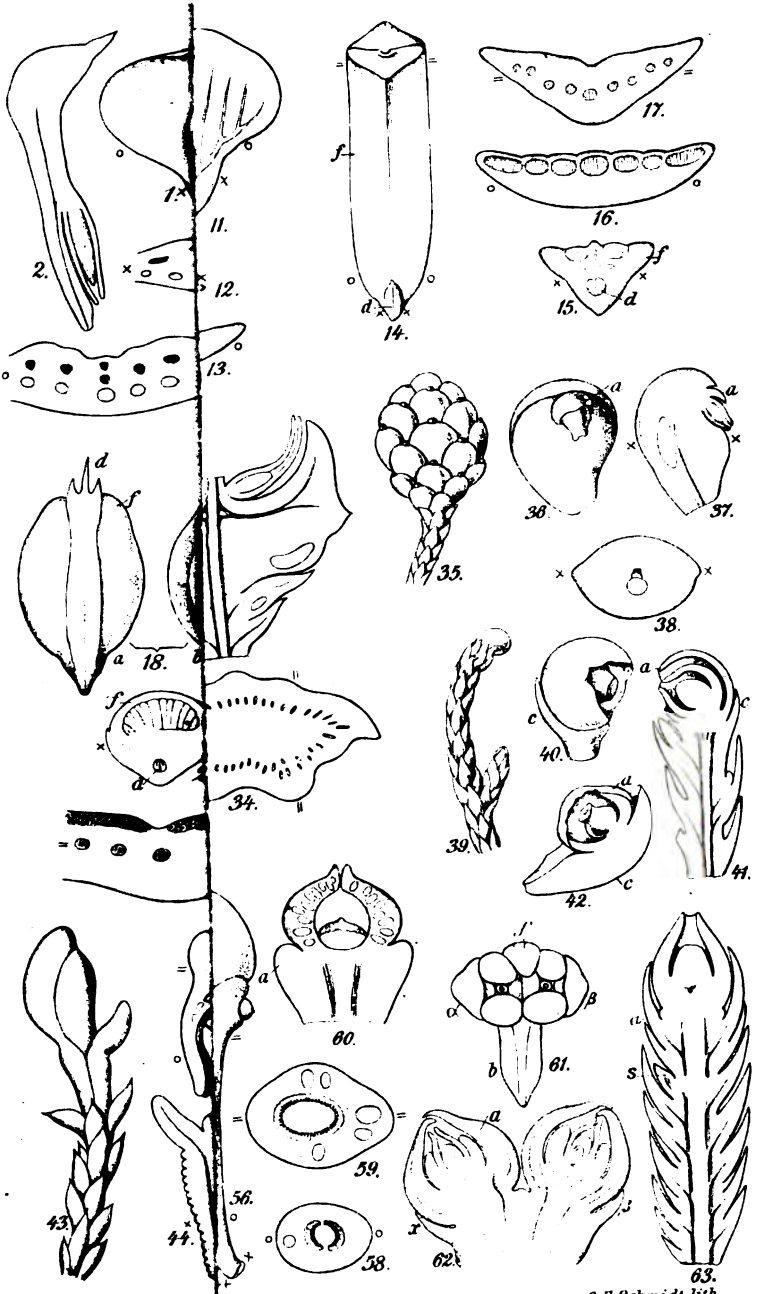
Zaubersprüche der Finnen, über die sogenannten, von Schott, 486—494.

Zébed, über eine dreisprachige Inschrift daselbst, von Sachau, 169—190.

Zoologie. — Burmeister, Bericht über ein Skelet von Scelidotherium leptocephalum, 374—381. — Peters, über die Chiropterengattung Mormopterus und die dahin gehörigen Arten, 482—485.

vgl. auch Anatomie und Physiologie.

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.

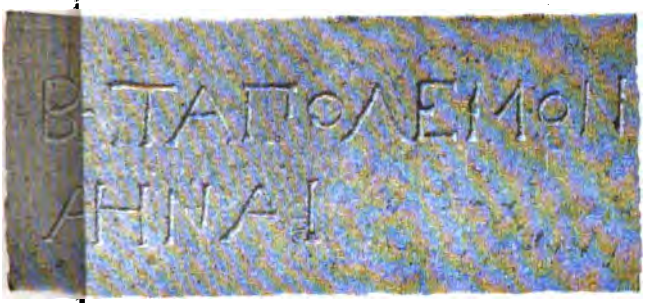


Eichler del.

C.F. Schmidt lith.

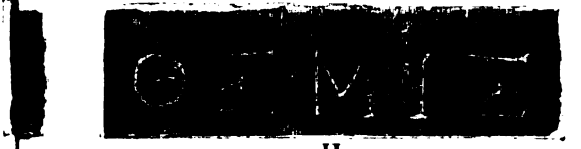
[Zu M

Taf. I



Taf. II

E



H

Taf. III

Taf. IV

Attalos II

Abhandlungen der Akademie aus den Jahren 1879, 1880 und 1881.

(In Commission in Ferd. Dümmler's Verlagsbuchhandlung.)

Rammelsberg, Über die chemische Natur der Meteoriten. 2. Abth.	M. 3,00
Roth, Beiträge zur Petrographie der plutonischen Gesteine. 3. Abth.	M. 9,00
Virchow, Beiträge zur Landeskunde der Troas	M. 10,00
Schott, Kitai und Karakitai, ein Beitrag zur Geschichte Ost- und Innerasiens	M. 1,00
Krüger, P., Codicis Theodosiani fragmenta Taurinensia . .	M. 5,00
Curtius, Das archaische Bronzerelief aus Olympia	M. 2,50
Buschmann, Die Ordinal-Zahlen der mexicanischen Sprache . .	M. 2,50
Erdmann, Über die Wiener und Heidelberger Handschrift des Otfrid	M. 3,00
Schrader, Zur Kritik der Inschriften Tiglath-Pileser's II., des Asarhaddon und des Asurbanipal	M. 3,00
Dillmann, Zur Geschichte des Axumitischen Reichs im vierten bis sechsten Jahrhundert	M. 2,50
Sachau, E., Über die Lage von Tigranokerta	M. 5,50
Hagen, Über Veränderung der Wasserstände in den Preussischen Strömen	M. 1,50
Vahlen, Über die Anfänge der Heroiden des Ovid . . .	M. 1,50
Waitz, Über eine alte Genealogie der Welfen	M. 0,80
Schott, Über ein chinesisches Mengwerk, nebst einem Anhang linguistischer Verbesserungen zu zwei Bänden der Erdkunde Ritters	M. 2,00
Zeller, Über die Messung psychischer Vorgänge	M. 0,80
Virchow, Über die Weddas von Ceylon und ihre Beziehungen zu den Nachbarstämmen	M. 8,00
Bohn, Der Tempel der Athena Polias zu Pergamon . . .	M. 2,00

Gerland, Ernst, Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin, nebst der Biographie Papin's und einigen zugehörigen Briefen und Actenstücken. Auf Kosten der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften herausgegeben. Berlin 1881. . . . . M. 13,50

Seite

SCHWENDENER, Über das Winden der Pflanzen . . 1079—1112
VIRCHOW, Über mikronesische Schädel . . . . . 1113—1141
WEBER, Über ein altes kürzlich im Panjâb gefundenes Sanskṛit MS. . . . . 1145—1148
DU BOIS-REYMOND, Bericht über die bisherigen Ergebnisse der von Hrn. Prof. Gustav Fritsch zur weiteren Erforschung der elektrischen Organe der Fische unternommenen Reise . . . . . 1149—1164
KRONECKER, Zur Theorie der elliptischen Functionen 1165—1172
VIRCHOW, Über die letzten Schicksale und den Tod des Reisenden Johann Maria Hildebrandt . . . 1173—1176
Namen-Register . . . . . 1183—1186
Sach-Register . . . . . 1187—1194

Zur gefälligen Beachtung.

Die Herren Empfänger der Monatsberichte werden ersucht, falls Ihnen Theile des Jahrgangs 1881 nicht zugekommen sein sollten, hiervon baldigst bei der Akademie Anzeige zu machen. Eine Berücksichtigung etwaiger Reclamationen kann nur in Aussicht gestellt werden, wenn dieselben spätestens bis zum Ende des Jahres 1882 angebracht werden.

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 3.

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.